

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Handwritten: 113, Bell, 1002  
Vertical stamp: J1000 U.S. PTO  
Date stamp: 10/07/2004  
Barcode with date: 02/13/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月19日

出願番号

Application Number:

特願2001-041195

[ST.10/C]:

[JP2001-041195]

出願人

Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2002年 1月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3115391

【書類名】 特許願

【整理番号】 P005533

【提出日】 平成13年 2月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 山形 裕和

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 山崎 舜平

【特許出願人】

    【識別番号】 000153878

    【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

    【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002543

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置およびその作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁体上の T F T と、  
前記 T F T 上の層間絶縁膜と、  
前記層間絶縁膜上の絶縁膜と、  
前記絶縁膜上の陽極と、  
前記 T F T と前記陽極とを電氣的に接続する配線と、  
バンクと、  
前記陽極および前記バンク上に絶縁膜と、  
前記陽極上に該絶縁膜を介して有機化合物層と、  
前記有機化合物層上に陰極とを含む発光装置であって、  
前記層間絶縁膜上の絶縁膜は、プラズマ処理により形成された硬化膜であり、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

絶縁体上の T F T と、  
前記 T F T 上の層間絶縁膜と、  
前記層間絶縁膜上の絶縁膜と、  
前記絶縁膜上の陽極と、  
前記 T F T と前記陽極とを電氣的に接続する配線と、  
バンクと、  
前記陽極および前記バンク上に絶縁膜と、  
前記陽極上に該絶縁膜を介して有機化合物層と、  
前記有機化合物層上に陰極とを含む発光装置であって、  
前記層間絶縁膜上の絶縁膜は、D L C 膜であることを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

絶縁体上の T F T と、

前記 T F T 上の層間絶縁膜と、  
 前記層間絶縁膜上の絶縁膜と、  
 前記絶縁膜上の陽極と、  
 前記 T F T と前記陽極とを電氣的に接続する配線と、  
 バンクと、  
 前記陽極および前記バンク上に絶縁膜と、  
 前記陽極上に該絶縁膜を介して有機化合物層と、  
 前記有機化合物層上に陰極とを含む発光装置であって、  
 前記層間絶縁膜上の絶縁膜は、プラズマ処理により形成された硬化膜および D L C 膜であることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記陽極表面の平均面粗さ (R a) は、0.9 nm 以下、好ましくは 0.85 nm 以下であることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 において、前記バンクは、表面にプラズマ処理により形成され、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含む硬化膜を有していることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成する工程と、  
 前記層間絶縁膜上に絶縁膜を形成する工程と、  
 配線を形成する工程と、  
 前記配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成する工程と、  
 前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成し、エッチングしてバンクを形成する工程と、  
 加熱処理をする工程と、  
 前記陽極を拭浄する工程と、  
 前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成する工程と、  
 前記絶縁膜上に有機化合物層を形成する工程と、  
 を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 7】

絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成する工程と、  
 前記層間絶縁膜上に絶縁膜を形成する工程と、  
 配線を形成する工程と、  
 前記配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成する工程と、  
 第 1 の加熱処理をする工程と、  
 前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成し、エッチングしてバンクを形成する工程と、  
 第 2 の加熱処理をする工程と、  
 前記陽極を拭浄する工程と、  
 前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成する工程と、  
 前記絶縁膜上に有機化合物層を形成する工程と、  
 を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 8】

絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成する工程と、  
 前記層間絶縁膜上に絶縁膜を形成する工程と、  
 配線を形成する工程と、  
 前記配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成する工程と、  
 第 1 の加熱処理をする工程と、  
 前記陽極および前記配線を覆って、後のバンクを形成する樹脂絶縁膜を形成する工程と、  
 第 2 の加熱処理をする工程と、  
 前記樹脂絶縁膜をエッチングしてバンクを形成する工程と、  
 前記陽極を拭浄する工程と、  
 前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成する工程と、  
 前記絶縁膜上に有機化合物層を形成する工程と、  
 を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 6 乃至請求項 8 のいずれか一項において、

前記樹脂絶縁膜上に帯電防止膜を形成する工程と、  
前記帯電防止膜を水洗して除去する工程と、  
を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 0】

絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成する工程と、  
前記層間絶縁膜表面にプラズマ処理をする工程と、  
配線を形成する工程と、  
前記配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成する工程と、  
前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成する工程と、  
前記樹脂絶縁膜上に帯電防止膜を形成する工程と、  
前記帯電防止膜を水洗して除去する工程と、  
前記樹脂絶縁膜をエッチングしてバンクを形成する工程と、  
加熱処理する工程と、  
前記陽極を拭浄する工程と、  
前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成する工程と、  
前記絶縁膜上に有機化合物層を形成する工程と、  
を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。  
を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 1】

絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成する工程と、  
前記層間絶縁膜表面にプラズマ処理をする工程と、  
配線を形成する工程と、  
前記配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成する工程と、  
前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成する工程と、  
前記樹脂絶縁膜上に帯電防止膜を形成する工程と、  
前記帯電防止膜を水洗して除去する工程と、  
前記樹脂絶縁膜をエッチングしてバンクを形成する工程と、  
加熱処理する工程と、  
前記バンク表面をプラズマ処理する工程と、

前記陽極を拭浄する工程と、  
前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成する工程と、  
前記絶縁膜上に有機化合物層を形成する工程と、  
を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 2】

請求項 6 乃至請求項 1 1 のいずれか一項において、前記バンクにプラズマ処理を行うことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 3】

請求項 6 乃至請求項 1 2 のいずれか一項において、プラズマ処理は、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体中で行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 4】

請求項 6 乃至請求項 1 3 のいずれか一項において、前記陽極を拭浄する工程は、P V A 系の多孔質材料を用いて行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 5】

請求項 6 乃至請求項 1 3 のいずれか一項において、前記陽極を拭浄する工程は、陽極の表面を平坦化する工程であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電界を加えることで発光が得られる有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）と、陽極と、陰極と、を有する発光素子を用いた発光装置の作製方法に関する。本発明では特に、従来よりも駆動電圧が低く、なおかつ素子の寿命が長い発光素子を用いた発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子として発光素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム（FPC: Flexible Printed Circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG（

Chip On Glass) 方式により IC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、電気器具の表示画面に用いる素子として有効と考えられており、盛んに開発されてきている。

【 0 0 0 3 】

電界を加えることにより発光する発光素子の発光機構は、電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われている。なお、有機化合物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

【 0 0 0 4 】

このような発光素子は、駆動方法の違いによりパッシブマトリクス型 (単純マトリクス型) とアクティブマトリクス型とに分類される。しかし、QVGA以上の画素数を有する高精細な表示が可能であることから、特にアクティブマトリクス型のものが注目されている。

【 0 0 0 5 】

発光素子を有するアクティブマトリクス型の発光装置は、図 2 に示すような素子構造を有しており、基板 2 0 1 上に TFT 2 0 2 が形成され、TFT 2 0 2 上には、層間絶縁膜 2 0 3 が形成される。

【 0 0 0 6 】

そして、層間絶縁膜 2 0 3 上には、配線 2 0 4 により TFT 2 0 2 と電氣的に接続された陽極 (画素電極) 2 0 5 が形成される。陽極 2 0 5 を形成する材料としては、仕事関数の大きい透明性導電材料が適しており、ITO (indium tin o



xides)、酸化スズ ( $\text{SnO}_2$ )、酸化インジウムと酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ ) からなる合金、金の半透過膜、ポリアニリンなどが提案されている。このうちでITOは、バンドギャップが約3.75 eVであり、可視光の領域で高い透明性を持つことから最も多く用いられている。

#### 【0007】

陽極205上には、有機化合物層206が形成される。なお、本明細書では、陽極と陰極の間に設けられた全ての層を有機化合物層と定義する。有機化合物層206には具体的に、発光層、正孔注入層、電子注入層、正孔輸送層、電子輸送層等が含まれる。基本的に発光素子は、陽極／発光層／陰極が順に積層された構造を有しており、この構造に加えて、陽極／正孔注入層／発光層／陰極や、陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極等の順に積層した構造を有していることもある。

#### 【0008】

有機化合物層206を形成した後で、陰極207を形成することにより、発光素子209が形成される。陰極としては仕事関数の小さい金属（代表的には周期表の1族もしくは2族に属する金属）を用いることが多い。なお、本明細書においては、このような金属（アルカリ金属とアルカリ土類金属を含めて）を「アルカリ金属」と呼ぶ。

#### 【0009】

また、陽極の端部を覆うように形成され、この部分で陰極と陽極とがショートすることを防ぐために有機樹脂材料からなるバンク208が形成されている。

#### 【0010】

なお、図2では、一画素に形成される発光素子しか示していないが、実際には、これらが画素部に複数形成されることによりアクティブマトリクス型の発光装置が形成される。

#### 【0011】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上記した従来の発光装置の構造において、層間絶縁膜上に形成された陽極（透明導電膜）とは熱膨張率が異なる。このように熱膨張率の異なる材料が接した構

造で加熱処理を行うと、熱膨張が小さい材料（この場合、陽極）の界面において、亀裂が生じてしまう。陽極は、有機化合物層に発光に関与する正孔を注入する電極であり、その陽極にクラックが発生すると正孔の発生に悪影響を及ぼしたり、注入される正孔が減少したり、さらにこのクラックが発光素子自身の劣化の原因となると考えられる。また、陽極表面の凹凸が、正孔の発生や注入に悪影響を及ぼしたり、注入される正孔が減少したり、さらにこのクラックが発光素子自身の劣化の原因とも考えられる。

## 【 0 0 1 2 】

さらに、有機化合物層は酸素や水分により劣化しやすいという性質を有しているが、層間絶縁膜として用いられる材料はポリイミド、ポリアミド、アクリルと言った有機樹脂材料が多く、これらの材料を用いて形成された層間絶縁膜から発生した酸素等の気体により発光素子が劣化してしまうという問題があった。

## 【 0 0 1 3 】

さらに、発光素子の陰極材料には、T F Tの特性に致命的な打撃を与えかねないA l、M gといったアルカリ金属材料が用いられている。T F Tの活性層にアルカリ金属が混入すると、T F Tの電気的な特性が変動してしまい、経時的な信頼性の確保ができなくなってしまう。

## 【 0 0 1 4 】

T F Tの特性を損なわないようにするためには、T F Tの作製工程処理室（クリーンルーム）と発光素子の作製工程処理室（クリーンルーム）とを離すことで、T F Tの活性層がアルカリ金属によって汚染されないようにすることが好ましい。しかし、アルカリ金属による汚染を防ぐために、処理室（クリーンルーム）の移動等が工程に含まれると、今度は、T F T基板を空中のゴミ等で汚染してしまったり、帯電によりT F T素子を破壊してしまったりという問題が生じてしまう。

## 【 0 0 1 5 】

そこで、従来より劣化しにくい構造の発光素子により上記した課題を解決した寿命の長い発光素子を作製し、高品質な発光装置を作製する方法を提供することを課題とする。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決する手段】

本発明は、絶縁体上に形成された T F T 上に層間絶縁膜を形成し、前記層間絶縁膜上に絶縁膜を形成し、配線を介して前記 T F T に電氣的に接続された陽極を形成し、前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成し、エッチングしてバンクを形成し、加熱処理した後、前記陽極を拭淨し、前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成することを特徴としている。

## 【 0 0 1 7 】

このように層間絶縁膜と陽極との間に、絶縁膜を形成することによって、熱膨張率のことなる材料が接した状態で加熱処理する場合に生じるクラックの発生を低減することができ、発光素子の長寿命化につながる。また、層間絶縁膜から発生するガスや水分が発光素子に到達するのを防ぐことができる。この絶縁膜は、無機絶縁膜の他に、プラズマ処理によって表面改質を行い形成された硬化膜、もしくは D L C 膜でもよい。

## 【 0 0 1 8 】

さらに、陽極を拭淨することにより、陽極表面の凹凸を平坦化したり、陽極表面のゴミを除去したりすることができる。

## 【 0 0 1 9 】

また、陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成することにより、有機化合物層に注入される正孔と電子の量のバランスを整える効果も期待できる。

## 【 0 0 2 0 】

また、他の発明の構成は、バンクを形成するための樹脂絶縁膜を形成した後、帯電防止膜を形成し、アルカリ金属等の汚染を回避できる処理室に移動させた後に、帯電防止膜を除去し、前記樹脂絶縁膜をエッチングすることで、バンクを形成することを特徴としている。

## 【 0 0 2 1 】

上記発明において、帯電防止膜は、水洗により除去できる膜であることを特徴としている。

## 【 0 0 2 2 】

また、他の発明の構成は、バンクを形成し、陽極の加熱処理を行って結晶化した後、前記バンク表面をプラズマ処理する工程を含むことを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

このようにバンク表面をプラズマ処理して表面改質を行い硬化膜を形成することにより、バンクから水分が放出され発光素子を劣化させるのを防ぐことができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

基板 1 0 0 上に T F T 1 0 1 を形成する。ここで示した T F T は、発光素子に流れる電流を制御するための T F T であり、本明細書中においては電流制御用 T F T 1 0 1 と称する。

【 0 0 2 5 】

次いで、電流制御用 T F T 1 0 1 上に、層間絶縁膜 1 0 2 を形成し平坦化を行う。層間絶縁膜 1 0 2 としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、エポキシ系樹脂膜、B C B（ベンゾシクロブテン）といった有機樹脂材料を用いることができ、平均膜厚を 1. 0 ~ 2. 0  $\mu$  m 程度で形成する。層間絶縁膜 1 0 2 を形成することにより、良好に平坦化を行うことができる。また、有機樹脂材料は、一般に誘電率が低いため、寄生容量を低減できる。

【 0 0 2 6 】

次いで、層間絶縁膜 1 0 2 からの脱ガスが発光素子に悪影響を及ぼさないように層間絶縁膜 1 0 2 上に絶縁膜 1 0 3 を形成する。絶縁膜 1 0 3 は、無機絶縁膜、代表的には、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すればよく、プラズマ C V D 法で反応圧力 2 0 ~ 2 0 0 P a、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0  $^{\circ}$  C とし、高周波（1 3. 5 6 M H z）で電力密度 0. 1 ~ 1. 0 W / c m <sup>2</sup> で放電させて形成する。もしくは、層間絶縁膜表面にプラズマ処理をして、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含む硬化膜を形成してもよい。

【 0 0 2 7 】

その後、所望のパターンのレジストマスクを形成し、電流制御用 T F T 1 0 1

のドレイン領域に達するコンタクトホールを形成して、配線 1 0 4 を形成する。配線材料としては、導電性の金属膜として A l や T i の他、これらの合金材料を用い、スパッタ法や真空蒸着法で成膜した後、所望の形状にパターンニングすればよい。

## 【 0 0 2 8 】

次いで、発光素子の陽極となる透明導電膜 1 0 5 を形成する。透明導電膜 1 0 5 としては、代表的には酸化インジウム・スズ ( I T O ) または酸化インジウムに 2 ~ 2 0 % の酸化亜鉛 ( Z n O ) を混合した透明導電膜を用いて形成する。

## 【 0 0 2 9 】

続いて、透明導電膜 1 0 5 をエッチングして陽極を形成する。その後にバンク 1 0 7 を形成し、 2 3 0 ~ 3 5 0 ℃ で加熱処理を行う。なお、本明細書中では、陽極上に開口部を有し、かつ陽極端部を覆って設けられた絶縁膜のことをバンクと称する。

## 【 0 0 3 0 】

次いで、陽極 1 0 6 の表面を洗浄液とともに P V A (ポリビニルアルコール) 系の多孔質体を用いて拭い、陽極 1 0 6 表面の平坦化およびゴミ等の除去を行う。なお、本明細書において、陽極表面を P V A (ポリビニルアルコール) 系の多孔質体などを用いて拭い、平坦化およびゴミの除去を行う処理のことを拭淨と称することとする。

## 【 0 0 3 1 】

陽極の表面を拭淨処理した後、絶縁膜 1 1 0 を形成し、絶縁膜 1 1 0 上に有機化合物層 1 1 1、陰極 1 1 2 を形成する。絶縁膜 1 1 0 は、ポリイミド、ポリアミド、アクリル等の有機樹脂絶縁膜をスピンコート法を用いて、 1 ~ 5 nm の膜厚で形成する。

## 【 0 0 3 2 】

有機化合物層 1 1 1 は、発光層の他に正孔注入層として、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層およびバッファ層といった複数の層を組み合わせで積層し形成される。有機化合物層 1 1 1 としての膜厚は、 1 0 ~ 4 0 0 nm 程度が好ましい。

## 【 0 0 3 3 】

陰極 1 1 2 は、有機化合物層 1 1 1 成膜後に、蒸着法により形成する。陰極 1 1 2 となる材料としては、MgAg や Al-Li 合金（アルミニウムとリチウムの合金）の他に、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜を用いても良い。なお、陰極 1 1 2 の膜厚は、80～200nm 程度が好ましい。

## 【 0 0 3 4 】

ここで、拭浄処理を行うことによる透明性導電膜の表面の状態について、原子間力顕微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) を用いて表面観察を行った結果を図 1 4 ～ 1 6 に示す。

## 【 0 0 3 5 】

なお、本実施例における表面観察には、ガラス基板上に 110nm の膜厚で成膜された ITO 膜を 250℃ で熱処理することにより結晶化したものを測定表面として用いる。

## 【 0 0 3 6 】

図 1 4、1 5 において AFM により観察された基板表面の凹凸形状を示す。なお、図 1 4 には、拭浄処理前の測定表面を観察した結果を示し、図 1 5 には、拭浄処理後の測定表面を観察した結果を示す。

## 【 0 0 3 7 】

図 1 6 には、拭浄用の PVA 系の多孔質材料としてペルクリン（小津産業製）を用いた拭浄処理の前後における平均面粗さ (Ra) を示している。なお、ここでいう平均面粗さとは、JIS B0601 で定義されている中心線平均粗さを面に対して適用できるよう三次元に拡張したものである。この結果から、拭浄処理後は、測定表面における平均面粗さは小さくなり、平坦性が増していることが分かる。

## 【 0 0 3 8 】

## （実施形態 1）

本実施形態においては、本発明を用いて作製される発光素子について説明する。なお、ここでは、同一基板上に本発明の発光素子を有する画素部と、画素部の

周辺に設ける駆動回路のTFT（nチャネル型TFT及びpチャネル型TFT）を同時に作製する方法の一例について図3～図6を用いて説明する。

#### 【0039】

まず、本実施形態ではコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板900を用いる。なお、基板900としては、透光性を有する基板であれば限定されず、石英基板を用いても良い。また、本実施形態の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよい。

#### 【0040】

次いで、図3（A）に示すように、基板900上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地絶縁膜901を形成する。本実施形態では下地絶縁膜901として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いても良い。下地絶縁膜901の一層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901aを10～200nm（好ましくは50～100nm）形成する。本実施形態では、膜厚50nmの酸化窒化珪素膜901a（組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=27\%$ 、 $\text{N}=24\%$ 、 $\text{H}=17\%$ ）を形成した。次いで、下地絶縁膜901の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 $\text{SiH}_4$ 、及び $\text{N}_2\text{O}$ を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901bを50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さに積層形成する。本実施形態では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜901b（組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=59\%$ 、 $\text{N}=7\%$ 、 $\text{H}=2\%$ ）を形成した。

#### 【0041】

次いで、下地絶縁膜901上に半導体層902～905を形成する。半導体層902～905は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により成膜した後、公知の結晶化処理（レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等）を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターンニングして形成する。この半導体層902～905の厚さは25～80nm（好ましくは30～6

0 nm) の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素(シリコン)またはシリコンゲルマニウム( $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  ( $x=0.0001\sim0.02$ ))合金などで形成すると良い。本実施形態では、プラズマCVD法を用い、55 nmの非晶質珪素膜を成膜した後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させた。この非晶質珪素膜に脱水素化(500℃、1時間)を行った後、熱結晶化(550℃、4時間)を行い、さらに結晶化を改善するためのレーザーアニール処理を行って結晶質珪素膜を形成した。そして、この結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層902~905を形成した。

## 【0042】

また、半導体層902~905を形成した後、TFTのしきい値を制御するために、半導体層902~905に微量な不純物元素(ボロンまたはリン)をドーピングしてもよい。

## 【0043】

また、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやYAGレーザー、YVO<sub>4</sub>レーザーを用いることができる。これらのレーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザー光を光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数300 Hzとし、レーザーエネルギー密度を100~400 mJ/cm<sup>2</sup>(代表的には200~300 mJ/cm<sup>2</sup>)とする。また、YAGレーザーを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数30~300 kHzとし、レーザーエネルギー密度を300~600 mJ/cm<sup>2</sup>(代表的には350~500 mJ/cm<sup>2</sup>)とすると良い。そして幅100~1000 μm、例えば400 μmで線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率(オーバーラップ率)を50~90%として行えばよい。

## 【0044】

次いで、半導体層902~905を覆うゲート絶縁膜906を形成する。ゲー



ト絶縁膜 9 0 6 はプラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 4 0 ~ 1 5 0 n m として珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施形態では、プラズマ C V D 法により 1 1 0 n m の厚さで酸化窒化珪素膜（組成比 S i = 3 2 %、O = 5 9 %、N = 7 %、H = 2 %）で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

## 【 0 0 4 5 】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で T E O S（Tetraethyl Orthosilicate）と O<sub>2</sub> とを混合し、反応圧力 4 0 P a、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0 °C とし、高周波（1 3 . 5 6 M H z）電力密度 0 . 5 ~ 0 . 8 W / c m<sup>2</sup> で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後 4 0 0 ~ 5 0 0 °C の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

## 【 0 0 4 6 】

そして、ゲート絶縁膜 9 0 6 上にゲート電極を形成するための耐熱性導電層 9 0 7 を 2 0 0 ~ 4 0 0 n m（好ましくは 2 5 0 ~ 3 5 0 n m）の厚さで形成する。耐熱性導電層 9 0 7 は単層で形成しても良いし、必要に応じて二層あるいは三層といった複数の層から成る積層構造としても良い。耐熱性導電層には T a、T i、W から選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜が含まれる。これらの耐熱性導電層はスパッタ法や C V D 法で形成されるものであり、低抵抗化を図るために含有する不純物濃度を低減させることが好ましく、特に酸素濃度に関しては 3 0 p p m 以下とすると良い。本実施形態では W 膜を 3 0 0 n m の厚さで形成する。W 膜は W をターゲットとしてスパッタ法で形成しても良いし、6 フッ化タングステン（W F<sub>6</sub>）を用いて熱 C V D 法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W 膜の抵抗率は 2 0 μ Ω c m 以下にすることが望ましい。W 膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W 中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。このことより、スパッタ法による場合、純度 9 9 . 9 ~ 9 9 . 9 9 9 9 % の W ターゲット

を用い、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率 $9 \sim 20 \mu\Omega \text{cm}$ を実現することができる。

## 【 0 0 4 7 】

一方、耐熱性導電層 9 0 7 に T a 膜を用いる場合には、同様にスパッタ法で形成することが可能である。T a 膜はスパッタガスに A r を用いる。また、スパッタ時のガス中に適量の X e や K r を加えておくと、形成する膜の内部応力を緩和して膜の剥離を防止することができる。 $\alpha$  相の T a 膜の抵抗率は  $20 \mu\Omega \text{cm}$  程度でありゲート電極に使用することができるが、 $\beta$  相の T a 膜の抵抗率は  $180 \mu\Omega \text{cm}$  程度でありゲート電極とするには不向きであった。T a N 膜は  $\alpha$  相に近い結晶構造を持つので、T a 膜の下地に T a N 膜を形成すれば  $\alpha$  相の T a 膜が容易に得られる。また、図示しないが、耐熱性導電層 9 0 7 の下に  $2 \sim 20 \text{nm}$  程度の厚さでリン (P) をドーブしたシリコン膜を形成しておくことは有効である。これにより、その上に形成される導電膜の密着性向上と酸化防止を図ると同時に、耐熱性導電層 9 0 7、9 0 8 中に微量に存在しているアルカリ金属元素が第 1 の形状のゲート絶縁膜 9 0 6 に拡散するのを防ぐことができる。いずれにしても、耐熱性導電層 9 0 7 は抵抗率を  $10 \sim 50 \mu\Omega \text{cm}$  の範囲ですることが好ましい。

## 【 0 0 4 8 】

本実施形態においては、第 1 層目の導電層 (第 1 導電膜 9 0 7) に T a N 膜、第 2 層目の導電層 (第 2 導電膜 9 0 8) に W 膜を形成した (図 3 (A))。

## 【 0 0 4 9 】

次に、フォトリソグラフィーの技術を使用してレジストによるマスク 9 0 9 を形成する。そして、第 1 のエッチング処理を行う。第 1 のエッチング処理は、第 1 のエッチング条件および第 2 のエッチング条件で行われる。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態では I C P エッチング装置を用い、エッチング用ガスに  $\text{Cl}_2$  と  $\text{F}_4\text{O}_2$  を用い、それぞれのガス流量比を  $25/25/10$  とし、 $1 \text{Pa}$  の圧力で  $3.2 \text{W}/\text{cm}^2$  の R F ( $13.56 \text{MHz}$ ) 電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側 (試料ステージ) にも  $224 \text{mW}/\text{cm}^2$  の R F ( $13.56 \text{MHz}$ )

）電力を投入し、これにより実質的に負の自己バイアス電圧が印加される。第1のエッチング条件によりW膜をエッチングする。続いて、レジストからなるマスクを除去せずに第2のエッチング条件に変えてエッチング用ガスに $\text{CF}_4$ および $\text{Cl}_2$ を用いて、それぞれのガス流量比を30/30(SCCM)とし、1Paの圧力でRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側(試料ステージ)にも20WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。

#### 【0051】

第1のエッチング処理により第1のテーパ形状を有する導電層910～913が形成される。導電層910～913のテーパ部の角度は $15 \sim 30^\circ$ となるように形成される。残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時間を増加させるオーバーエッチングを施すものとする。W膜に対する酸化窒化シリコン膜(ゲート絶縁膜906)の選択比は2～4(代表的には3)であるので、オーバーエッチング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20～50nm程度エッチングされる(図3(B))。

#### 【0052】

そして、第1のドーピング処理を行い一導電型の不純物元素を半導体層に添加する。ここでは、レジストからなるマスク909を除去せずにn型を付与する不純物元素添加の工程を行う。半導体層902～905の一部に第1のテーパ形状を有する導電膜910～913をマスクとして自己整合的に不純物を添加し、第1のn型不純物領域914～917を形成する。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン(P)または砒素(As)を用いるが、ここではリン(P)を用い、イオンドープ法により第1のn型不純物領域914～917には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素が添加される(図3(B))。

#### 【0053】

次にレジストからなるマスクを除去せずに第2のエッチング処理を行う。第2のエッチング処理は、第3のエッチング条件および第4のエッチング条件で行う。第2のエッチング処理も第1のエッチング処理と同様にICPエッチング装置

により行い、エッチングガスに $\text{CF}_4$ および $\text{Cl}_2$ を用い、それぞれのガス流量比を30/30 (SCCM) とし、1 Paの圧力でRF (13.56 MHz) 電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側 (試料ステージ) にも20 WのRF (13.56 MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第3のエッチング条件により、W膜およびTa<sub>2</sub>N膜とも同程度にエッチングされた導電膜918~921が形成される (図3 (C))。

## 【0054】

この後、レジストからなるマスクをそのままに第4のエッチング条件に変えて、エッチング用ガスに $\text{CF}_4$ と $\text{Cl}_2$ および $\text{O}_2$ の混合ガスを用い、1 Paの圧力でRF電力 (13.56 MHz) 電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側 (試料ステージ) にも20 WのRF (13.56 MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第4のエッチング条件でW膜をエッチングして、第2の形状の導電膜922~925を形成する (図3 (D))。

## 【0055】

次いで、第2のドーピング工程 (第2の形状の第1の導電膜922a~925aを介して半導体層にn型不純物元素の添加) を行い、第1のn型不純物領域914~917と接するチャネル形成領域側に第2のn型不純物領域926~929とを形成する。第2のn型不純物領域における不純物濃度は、 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ となるようにする。この第2のドーピング工程においては、1層目の第2の形状の導電膜922a~925aのテーパ部を介しても半導体層にn型不純物元素が添加されるような条件になっており、本明細書において、1層目の第2の形状の導電膜922a~925aと重なる第2のn型不純物領域をLov (ovはoverlappedの意味で付す) 領域、1層目の第2の形状の導電膜922a~925aとは重ならない第2のn型不純物領域をLoff (offはoffsetの意味で付す) ということとする (図4 (A))。

## 【0056】

次いで、図4 (B) に示すように、後のpチャネル型TFETの活性層となる半導体層902、905に一導電型とは逆の導電型の不純物領域932 (932a、932b) 及び933 (9323a、933b) を形成する。この場合も第1

の形状の導電層 9 1 0、9 1 3 をマスクとして p 型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に不純物領域を形成する。このとき、後の n チャネル型 T F T の活性層となる半導体層 9 0 3、9 0 4 は、レジストからなるマスク 9 3 0、9 3 1 を形成し全面を被覆しておく。ここで形成される p 型不純物領域 9 3 2、9 3 3 はジボラン ( $B_2H_6$ ) を用いたイオンドープ法で形成し、p 型不純物領域 9 3 2、9 3 3 の p 型を付与する不純物元素の濃度は、 $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atom s/cm}^3$  となるようにする。

## 【 0 0 5 7 】

p 型不純物領域 9 3 2、9 3 3 には詳細には n 型を付与する不純物元素が含有されているが、これらの不純物領域 9 3 2、9 3 3 の p 型を付与する不純物元素の濃度は、n 型を付与する不純物元素の濃度の 1. 5 から 3 倍となるように添加されることにより p 型不純物領域で p チャネル型 T F T のソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。

## 【 0 0 5 8 】

その後、図 4 (C) に示すように、第 2 の形状を有する導電層 9 2 2 ~ 9 2 5 およびゲート絶縁膜 9 0 6 上に第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 を形成する。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 は酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。いずれにしても第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 は無機絶縁材料から形成する。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 の膜厚は 1 0 0 ~ 2 0 0 nm とする。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 として酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で T E O S と  $O_2$  とを混合し、反応圧力 4 0 Pa、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0 °C とし、高周波 (1 3. 5 6 MHz) 電力密度 0. 5 ~ 0. 8 W/cm<sup>2</sup> で放電させて形成することができる。また、第 1 の層間絶縁膜 9 2 8 として酸化窒化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で S i H<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、N H<sub>3</sub> から作製される酸化窒化シリコン膜、または S i H<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O から作製される酸化窒化シリコン膜で形成すれば良い。この場合の作製条件は反応圧力 2 0 ~ 2 0 0 Pa、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0 °C とし、高周波 (6 0 MHz) 電力密度 0. 1 ~ 1. 0 W/cm<sup>2</sup> で形成することができる。また、第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 として S i H<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、H<sub>2</sub> から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を適用して

も良い。窒化シリコン膜も同様にプラズマCVD法で $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ から作製することが可能である。

#### 【0059】

そして、それぞれの濃度で添加されたn型またはp型を付与する不純物元素を活性化する工程を行う。この工程はファーンেসアニール炉を用いる熱アニール法で行う。その他に、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法（RTA法）を適用することができる。熱アニール法では酸素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で400～700℃、代表的には500～600℃で行うものであり、本実施形態では550℃で4時間の熱処理を行った。また、基板900に耐熱温度が低いプラスチック基板を用いる場合にはレーザーアニール法を適用することが好ましい。

#### 【0060】

この加熱処理工程において、半導体層を結晶化させる工程で用いた触媒元素（ニッケル）が、ゲッタリング作用を有する周期表の15族に属する元素（本実施形態ではリン）が高濃度に添加された第1のn型不純物領域に移動（ゲッタリング）させ、チャンネル形成領域における触媒元素の濃度を低減することができる。

#### 【0061】

活性化の工程に続いて、雰囲気ガスを変化させ、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～450℃で1～12時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。この工程は熱的に励起された水素により半導体層にある $10^{16}$ ～ $10^{18}/\text{cm}^3$ のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。いずれにしても、半導体層902～905中の欠陥密度を $10^{16}/\text{cm}^3$ 以下とすることが望ましく、そのために水素を0.01～0.1atomic%程度付与すれば良い。

#### 【0062】

そして、有機絶縁物材料からなる第2の層間絶縁膜935を1.0～2.0 $\mu\text{m}$ の平均膜厚で形成する。有機樹脂材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等を使用することが

できる。例えば、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用いる場合には、クリーンオープンで300℃で焼成して形成する。また、アクリルを用いる場合には、2液性のものを用い、主材と硬化剤を混合した後、スピナーを用いて基板全面に塗布した後、ホットプレートで80℃で60秒の予備加熱を行い、さらにクリーンオープンで250℃で60分焼成して形成することができる。

#### 【0063】

このように、第2の層間絶縁膜935を有機絶縁物材料で形成することにより、表面を良好に平坦化させることができる。また、有機樹脂材料は一般に誘電率が低いので、寄生容量を低減できる。しかし、吸湿性があり保護膜としては適さないで、本実施形態のように、第1の層間絶縁膜934として形成した酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などと組み合わせて用いると良い。

#### 【0064】

ところで、有機絶縁材料を用いて形成される第2の層間絶縁膜935は、水分やガスを発生してしまう可能性がある。発光素子は水分やガス（酸素）で劣化しやすいことが知られている。実際に層間絶縁膜に有機樹脂絶縁膜を用いて形成された発光装置が使用する際に発生する熱で、有機樹脂絶縁膜から水分やガスが発生し、発光素子の劣化が起こりやすくなってしまうことが考えられる。そこで、有機絶縁材料で形成された第2の層間絶縁膜935上に絶縁膜936を形成する。

なお、絶縁膜936は、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などを用いて形成される。なおここで形成される絶縁膜936はスパッタ法またはプラズマCVD法を用いて形成すればよい。また、絶縁膜936は、コンタクトホールを形成した後から形成してもよい。

#### 【0065】

その後、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの半導体層に形成されソース領域またはドレイン領域とする不純物領域に達するコンタクトホールを形成する。コンタクトホールはドライエッチング法で形成する。この場合、エッチングガスに $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$ の混合ガスを用い絶縁膜936をまずエッチングし

、次に $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{He}$ の混合ガスを用い有機樹脂材料から成る第2の層間絶縁膜935をエッチングし、その後、再びエッチングガスを $\text{CF}_4$ 、 $\text{O}_2$ として第1の層間絶縁膜934をエッチングする。さらに、半導体層との選択比を高めるために、エッチングガスを $\text{CHF}_3$ に切り替えてゲート絶縁膜906をエッチングすることによりコンタクトホールを形成することができる。

## 【0066】

そして、導電性の金属膜をスパッタ法や真空蒸着法で形成し、マスクでパターニングし、その後エッチングすることで、配線937～943を形成する。図示していないが、本実施形態ではこの配線を、そして、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）との積層膜で形成した。

## 【0067】

次いで、その上に透明性導電膜を80～120nmの厚さで形成し、エッチングすることによって陽極944を形成する（図10（A））。なお、本実施形態では、透明電極として酸化インジウム・スズ（ITO）膜や酸化インジウムに2～20[%]の酸化亜鉛（ZnO）を混合した透明導電膜を用いる。

## 【0068】

また、陽極944は、ドレイン配線943と接して重ねて形成することによって電流制御用TFTのドレイン領域と電気的な接続が形成される（図5（A））。ここで、陽極944に対して180～350℃で加熱処理を行ってもよい。

## 【0069】

次に、図5（B）に示すように、陽極944上に第3の層間絶縁膜945を形成する。ここで、発光素子を形成するために処理室（クリーンルーム）を移動することがある。TFT基板が空気中のゴミに汚染されたり、破壊したりしないように第3層間絶縁膜945上に、帯電防止作用を有する極薄い膜（以下、帯電防止膜という）946を形成する。帯電防止膜946は、水洗で除去可能な材料から形成する（図5（C））。

## 【0070】

TFT基板を発光素子を形成する処理室（クリーンルーム）に運びこんだら、帯電防止膜946を水洗により除去して、第3の層間絶縁膜945をエッチング



して、画素（発光素子）に対応する位置に開口部を有するバンク 9 4 7 を形成する。本実施形態ではレジストを用いてバンク 9 4 7 を形成する。本実施形態では、バンク 9 4 7 の厚さを  $1\ \mu\text{m}$  程度とし、配線と陽極とが接する部分を覆う領域がテーパ状になるように形成する（図 6（A））。

#### 【0071】

なお、本実施形態においては、バンク 9 4 7 としてレジストでなる膜を用いているが、場合によっては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、BCB（ベンゾシクロブテン）、酸化珪素膜等を用いることもできる。バンク 9 4 7 は絶縁性を有する物質であれば、有機物と無機物のどちらでも良いが、感光性アクリルを用いてバンク 9 4 7 を形成する場合は、感光性アクリル膜をエッチングしてから  $180\sim 350^{\circ}\text{C}$  で加熱処理を行うのが好ましい。また、非感光性アクリル膜を用いて形成する場合には、 $180\sim 350^{\circ}\text{C}$  で加熱処理を行った後、エッチングしてバンクを形成するのが好ましい。

#### 【0072】

次に、陽極表面に拭浄処理を行う。なお、本実施形態においては、ベルクリン（小津産業製）を用いて陽極 9 4 4 表面を拭うことにより、陽極 9 4 4 表面の平坦化および表面に付着したゴミの除去を行う。拭浄の際の洗浄液としては、純水を用い、ベルクリンを巻き付けている軸の回転数は  $100\sim 300\text{rpm}$  とし、押し込み値は  $0.1\sim 1.0\text{mm}$  とする（図 6（A））。

#### 【0073】

次いで、バンク 9 4 7 および陽極 9 4 4 を覆って絶縁膜 9 4 8 を形成する。絶縁膜 9 4 8 は、ポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミドなどの有機樹脂膜をスピコート法、蒸着法またはスパッタ法などを用いて膜厚  $1\sim 5\text{nm}$  で形成する。この絶縁膜を形成することで、陽極 9 4 4 表面のクラック等を掩蔽することができ、発光素子の劣化を防ぐことができる。

#### 【0074】

次に、絶縁膜 9 4 8 上に有機化合物層 9 4 9、陰極 9 5 0 を蒸着法により形成する。なお、本実施形態では発光素子の陰極として  $\text{MgAg}$  電極を用いるが、公知の他の材料であっても良い。なお、有機化合物層 9 4 9 は、発光層の他に正孔

注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層及びバッファ層といった複数の層を組み合わせ、積層することにより形成されている。本実施形態において用いた有機化合物層の構造について以下に詳細に説明する。

## 【 0 0 7 5 】

本実施形態では、正孔注入層として、銅フタロシアニンを用い、正孔輸送層としては、 $\alpha$ -NPDを用いてそれぞれ蒸着法により形成する。

## 【 0 0 7 6 】

次に、発光層が形成されるが、本実施形態では発光層に異なる材料を用いることで異なる発光を示す有機化合物層の形成を行う。なお、本実施形態では、赤、緑、青色の発光を示す有機化合物層を形成する。また、成膜法としては、いずれも蒸着法を用いているので、成膜時にメタルマスクを用いることにより画素毎に異なる材料を用いて発光層を形成することは可能である。

## 【 0 0 7 7 】

赤色に発色する発光層は、 $Alq_3$ にDCMをドーピングしたものを用いて形成する。その他にもN,N'-ジサリチデン-1,6-ヘキサジアミトジエン(II) ( $Zn(salphen)$ )にEu錯体である(1,10-フェナントリン)トリス(1,3-ジフェニルプロパン-1,3-ジオール)エーテル(III) ( $Eu(DBM)_3(Phen)$ )をドーピングしたもの等を用いることができるが、その他公知の材料を用いることもできる。

## 【 0 0 7 8 】

また、緑色に発色する発光層は、CBPと $Ir(ppp)_3$ を共蒸着法により形成させることができる。なお、この時には、BCPを用いて正孔阻止層を積層しておくことが好ましい。また、この他にもアルミキノリラト錯体( $Alq_3$ )、ベンゾキノリノラトベリリウム錯体( $BeBq$ )を用いることができる。さらには、キノリラトアルミニウム錯体( $Alq_3$ )にクマリン6やキナクリドンといった材料をドーパントとして用いたものも可能であるが、その他公知の材料を用いることもできる。

## 【 0 0 7 9 】

さらに、青色に発色する発光層は、ジスチリル誘導体であるDPVBiや、アゾメチン化合物を配位子に持つ亜鉛錯体であるN,N'-ジサリチデン-1,6-ヘキサジアミト

) ジンク (II) (Zn(salhn)) 及び 4,4'-ビス(2,2-ジフェニル-ビニル)-ビフェニル (DPVBi) にペリレンをドーピングしたものを用いることもできるが、その他の公知の材料を用いても良い。

#### 【0080】

次に電子輸送層を形成する。なお、電子輸送層としては、1,3,4-オキサジアゾール誘導体や 1,2,4-トリアゾール誘導体 (TAZ) といった材料を用いることができるが、本実施形態では、1,2,4-トリアゾール誘導体 (TAZ) を用いて蒸着法により 30~60 nm の膜厚で形成する。

#### 【0081】

以上により、積層構造からなる有機化合物層が形成される。なお、本実施形態における有機化合物層 950 の膜厚は 10~400 [nm] (典型的には 60~150 [nm])、陰極 951 の厚さは 80~200 [nm] (典型的には 100~150 [nm]) とすれば良い。

#### 【0082】

有機化合物層を形成した後で、蒸着法により発光素子の陰極 951 が形成される。本実施形態では発光素子の陰極となる導電膜として MgAg を用いているが、Al-Li 合金膜 (アルミニウムとリチウムとの合金膜) や、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。

#### 【0083】

こうして図 6 (B) に示すような構造の発光装置が完成する。なお、陽極 947、有機化合物層 950、陰極 951 と積層された部分 954 を発光素子と称する。

#### 【0084】

p チャネル型 TFT1000 及び n チャネル型 TFT1001 は駆動回路の TFT であり、CMOS を形成している。スイッチング用 TFT1002 及び電流制御用 TFT1003 は画素部の TFT であり、駆動回路の TFT と画素部の TFT とは同一基板上に形成することができる。

#### 【0085】

なお、発光素子を用いた発光装置の場合、駆動回路の電源の電圧が5～6 V程度、最大でも10 V程度で十分なので、TFTにおいてホットエレクトロンによる劣化があまり問題にならない。

## 【0086】

(実施形態2)

実施形態1に従い、第2の層間絶縁膜935まで形成する。次いで、実施形態1における絶縁膜936を形成するかわりに、第2の層間絶縁膜にプラズマ処理を行って第2の層間絶縁膜935表面を改質させる方法について図7で説明する。

## 【0087】

例えば、第2の層間絶縁膜935を水素、窒素、炭化水素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガス(Ar、He、Ne等)から選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理することにより第2の層間絶縁膜935の表面に新たな被膜を形成したり、表面に存在する官能基の種類を変更させたりして、第2の層間絶縁膜935の表面改質を行うことができる。第2の層間絶縁膜935表面には、図7に示すように緻密化された膜935Bが形成される。本明細書において、この膜を硬化膜935Bと称する。これにより、有機樹脂膜からガスや水分が放出されるのを防ぐことができる。

## 【0088】

さらに、本実施形態のように表面改質を行った後、陽極(ITO)を形成するため、熱膨張率の異なる材料が直接接した状態で加熱処理されることがなくなる。したがって、ITOのクラック(亀裂)等の発生を防ぐことができ、発光素子の劣化を防止することもできる。なお、第2の層間絶縁膜935のプラズマ処理は、コンタクトホールを形成する前、後どちらでもよい。

## 【0089】

なお、硬化膜935Bは、有機絶縁材料からなる第2の層間絶縁膜935の表面を水素、窒素、炭化水素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガス(Ar、He、Ne等)から選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理することにより形成される。従って、硬化膜935B中には、水素、窒素、炭化水素、ハロ

ゲン化炭素、弗化水素または希ガス（Ar、He、Ne等）の気体元素が含まれていると考えられる。

## 【0090】

## （実施形態3）

実施形態1に従い、第2の層間絶縁膜935まで形成する。次いで、図12に示すように、第2の層間絶縁膜935上に、絶縁膜936として、DLC膜936Bを形成してもよい。

## 【0091】

DLC膜の特徴としては、 $1550\text{ cm}^{-1}$ あたりに非対称のピークを有し、 $1300\text{ cm}^{-1}$ あたりに肩をもつラマンスペクトル分布を有する。また、微小硬度計で測定した時に $15\sim25\text{ GPa}$ の硬度を示すほか、耐薬品性に優れるという特徴をもつ。さらに、DLC膜はCVD法もしくはスパッタ法にて成膜可能であり、室温から $100^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲で成膜できる。成膜方法はスパッタリング法、ECRプラズマCVD法、高周波プラズマCVD法またはイオンビーム蒸着法といった方法を用いれば良く、膜厚 $5\sim50\text{ nm}$ 程度に形成すればよい。

## 【0092】

## （実施形態4）

実施形態1に従い、第2の層間絶縁膜935まで形成する。次いで、図13に示すように、第2の層間絶縁膜935表面にプラズマ処理を行い表面改質をして硬化膜935Bを形成した後、硬化膜935B上にDLC膜936Bを形成してもよい。なお、DLC膜936Bは、成膜方法はスパッタリング法、ECRプラズマCVD法、高周波プラズマCVD法またはイオンビーム蒸着法といった方法を用いて、 $5\sim50\text{ nm}$ 程度の膜厚で形成すればよい。

## 【0093】

## （実施形態5）

実施形態1の工程に従い、バンク947を形成した後、バンク947表面をプラズマ処理することでバンク947の表面改質を行う例について図8を用いて説明する。

## 【0094】

バンク 9 4 7 は、有機樹脂絶縁膜を用いて形成しているが、水分やガスを発生してしまい、実際に発光装置を使用した際に生じる熱により水分やガスの発生しやすくなってしまうという問題がある。

## 【 0 0 9 5 】

そこで、加熱処理を行った後、図 8 に示すようにバンク 9 4 7 の表面改質を行うためにプラズマ処理を行う。水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理を行う。

## 【 0 0 9 6 】

これにより、バンク 9 4 7 表面が緻密化し、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含む硬化膜が形成され、内部から水分やガス（酸素）が発生するのを防ぐことができ、発光素子の劣化を防ぐことができる。

## 【 0 0 9 7 】

なお、本実施形態は、実施形態 1 ～実施形態 4 のいずれとも組み合わせて用いることができる。

## 【 0 0 9 8 】

## （実施形態 6）

本実施形態では、T F T の活性層となる半導体膜を触媒元素を用いて結晶化させ、その後、得られた結晶質半導体膜の触媒元素濃度を低減させる方法について説明する。

## 【 0 0 9 9 】

図 1 7 ( a ) において、基板 1 1 0 0 は、好ましくはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラス、或いは石英などを用いることができる。基板 1 0 0 の表面には、下地絶縁膜 1 1 0 1 として無機絶縁膜を 1 0 ～ 2 0 0 nm の厚さで形成する。好適な下地絶縁膜の一例は、プラズマ C V D 法で作製される酸化窒化シリコン膜であり、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  から作製される第 1 酸化窒化シリコン膜を 5 0 nm の厚さに形成し、次いで、 $\text{SiH}_4$  と  $\text{N}_2\text{O}$  から作製される第 2 酸化窒化シリコン膜を 1 0 0 nm の厚さに形成したものを適用する。下地絶縁膜 1 1 0 1 はガラス基板に含まれるアルカリ金属がこの上層に形成する半導体膜中に拡

散しないために設けるものであり、石英を基板とする場合には省略することも可能である。

#### 【0100】

次いで、下地絶縁膜1101上に、窒化珪素膜1102を形成する。この窒化珪素膜1102は、後の半導体膜の結晶化工程において用いる触媒元素（代表的にはニッケル）が、下地絶縁膜1101に染みつくのを防ぐため、さらに下地絶縁膜1101の含まれる酸素が悪影響を及ぼすのを防ぐのを目的に形成される。なお、窒化珪素膜1102は、プラズマCVD法で、1～5nmの膜厚で形成すればよい。

#### 【0101】

次いで、窒化珪素膜1102上に非晶質半導体膜1103を形成する。非晶質半導体膜1103は、シリコンを主成分とする半導体材料を用いる。代表的には、非晶質シリコン膜又は非晶質シリコンゲルマニウム膜などが適用され、プラズマCVD法や減圧CVD法、或いはスパッタ法で10～100nmの厚さに形成する。良質な結晶を得るためには、非晶質半導体膜1103に含まれる酸素、窒素などの不純物濃度を $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 以下に低減させておくことが望ましい。これらの不純物は非晶質半導体の結晶化を妨害する要因となり、また結晶化後においても捕獲中心や再結合中心の密度を増加させる要因となる。そのために、高純度の材料ガスを用いることはもとより、反応室内の鏡面処理（電界研磨処理）やオイルフリーの真空排気系を備えた超高真空対応のCVD装置を用いることが望ましい。なお、下地絶縁膜1101から非晶質半導体膜1103までは、大気解放せずに連続成膜することができる。

#### 【0102】

その後、非晶質シリコン膜1103の表面に、結晶化を促進する触媒作用のある金属元素を添加する（図17（b））。半導体膜の結晶化を促進する触媒作用のある金属元素としては鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、銅（Cu）、金（Au）などであり、これらから選ばれた一種または複数種を用いることができる。代表的にはニッケ

ルを用い、重量換算で1～100 ppmのニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液をスピナーで塗布して触媒含有層1104を形成する。この場合、当該溶液の馴染みをよくするために、非晶質シリコン膜1103の表面処理として、オゾン含有水溶液で極薄い酸化膜を形成し、その酸化膜をフッ酸と過酸化水素水の混合液でエッチングして清浄な表面を形成した後、再度オゾン含有水溶液で処理して極薄い酸化膜を形成しておく。シリコンなど半導体膜の表面は本来疎水性なので、このように酸化膜を形成しておくことにより酢酸ニッケル塩溶液を均一に塗布することができる。

#### 【0103】

勿論、触媒含有層1104はこのような方法に限定されず、スパッタ法、蒸着法、プラズマ処理などにより形成しても良い。

#### 【0104】

非晶質シリコン膜1103と触媒元素含有層1104とを接触した状態を保持したまま結晶化のための加熱処理を行う。加熱処理の方法としては、電熱炉を用いるファーネスアニール法や、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどを用いた瞬間熱アニール (Rapid Thermal Annealing) 法 (以下、RTA法と記す) を採用する。

#### 【0105】

RTA法で行う場合には、加熱用のランプ光源を1～60秒、好ましくは30～60秒点灯させ、それを1～10回、好ましくは2～6回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には600～1000℃、好ましくは650～750℃程度にまで加熱されるようにする。このような高温になったとしても、半導体膜が瞬間的に加熱されるのみであり、基板1100はそれ自身が歪んで変形することはない。こうして、非晶質半導体膜を結晶化させ、図17(c)に示す結晶質シリコン膜1105を得ることができるが、このような処理で結晶化できるのは触媒元素含有層を設けることによりはじめて達成できるものである。

#### 【0106】



その他の方法としてファーンেসアニール法を用いる場合には、加熱処理に先立ち、500℃にて1時間程度の加熱処理を行い、非晶質シリコン膜1103が含有する水素を放出させておく。そして、電熱炉を用いて窒素雰囲気中にて550～600℃、好ましくは580℃で4時間の加熱処理を行い非晶質シリコン膜1103を結晶化させる。こうして、図17(c)に示す結晶質シリコン膜1105を形成する。

#### 【0107】

さらに結晶化率（膜の全体積における結晶成分の割合）を高め、結晶粒内に残される欠陥を補修するためには、結晶質シリコン膜1105に対してレーザー光を照射することも有効である。

#### 【0108】

このようにして得られる結晶質シリコン膜1105には、触媒元素（ここではニッケル）が平均的な濃度とすれば、 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ を越える濃度で残存している。触媒元素が残留していると、TFTの特性に悪影響を及ぼす可能性があるため、半導体層の触媒元素濃度を低減させる必要がある。そこで、結晶化工程に続いて、半導体層の触媒元素濃度を低減させる方法について説明する。

#### 【0109】

まず、図17(d)に示すように結晶質シリコン膜1105の表面に薄い層1106を形成する。本明細書において、結晶質シリコン膜1105上に設けた薄い層1106は、後にゲッターリングサイトを除去する際に、結晶質シリコン膜1105がエッチングされないように設けた層で、バリア層1106ということにする。

#### 【0110】

バリア層1106の厚さは1～10nm程度とし、簡便にはオゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイドをバリア層としても良い。また、硫酸、塩酸、硝酸などと過酸化水素水を混合させた水溶液で処理しても同様にケミカルオキサイドを形成することができる。他の方法としては、酸化雰囲気中でのプラズマ処理や、酸素含有雰囲気中での紫外線照射によりオゾンが発生させて酸化処理を行っても良い。また、クリーンオープンを用い、200～350℃程度に

加熱して薄い酸化膜を形成しバリア層としても良い。或いは、プラズマCVD法やスパッタ法、蒸着法などで1～5 nm程度の酸化膜を堆積してバリア層としても良い。いずれにしても、ゲッターリング工程時に、触媒元素がゲッターリングサイト側に移動できて、ゲッターリングサイトの除去工程時には、エッチング液がしみこまない（結晶性シリコン膜1105をエッチング液から保護する）膜、例えば、オゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイド膜、酸化シリコン膜（SiO<sub>x</sub>）、または多孔質膜を用いればよい。

#### 【0111】

次いで、バリア層1106上にスパッタ法でゲッターリングサイト1107として、膜中に希ガス元素を $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上の濃度で含む第2の半導体膜（代表的には、非晶質シリコン膜）を25～250 nmの厚さで形成する。後に除去されるゲッターリングサイト1107は結晶質シリコン膜1105とエッチングの選択比を大きくするため、密度の低い膜を形成することが好ましい。

#### 【0112】

なお本実施形態では、成膜圧力を0.2～1.2 Paまで0.2 Pa間隔でふって順に成膜し、成膜された膜中のArの濃度を測定した結果を図9に示す。圧力以外の成膜条件は、ガス（Ar）流量を50（sccm）、成膜パワーを3 kW、基板温度を150℃としている。

#### 【0113】

なお、希ガス元素は半導体膜中でそれ自体は不活性であるため、結晶質シリコン膜1105に悪影響を及ぼすことはない。また、希ガス元素としてはヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）から選ばれた一種または複数種を用いる。本発明はゲッターリングサイトを形成するためにこれら希ガス元素をイオンソースとして用いること、またこれら元素が含まれた半導体膜を形成し、この膜をゲッターリングサイトとすることに特徴を有する。

#### 【0114】

ゲッターリングを確実に成し遂げるにはその後加熱処理をすることが必要となる。加熱処理はファーネスアニール法やRTA法で行う。ファーネスアニール法で

行う場合には、窒素雰囲気中にて450～600℃で0.5～12時間の加熱処理を行う。また、RTA法を用いる場合には、加熱用のランプ光源を1～60秒、好ましくは30～60秒点灯させ、それを1～10回、好ましくは2～6回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には600～1000℃、好ましくは700～750℃程度にまで加熱されるようにする。

## 【0115】

ゲッターリングは、被ゲッターリング領域（捕獲サイト）にある触媒元素が熱エネルギーにより放出され、拡散によりゲッターリングサイトに移動する。従って、ゲッターリングは処理温度に依存し、より高温であるほど短時間でゲッターリングが進むことになる。本発明において、触媒元素がゲッターリングの際に移動する距離は、半導体膜の厚さ程度の距離であり、比較的短時間でゲッターリングを完遂することができる（図17（e））。

## 【0116】

なお、この加熱処理によっても $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{21}/\text{cm}^3$ 、好ましくは $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{21}/\text{cm}^3$ 、より好ましくは $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ の濃度で希ガス元素を含む半導体膜1107は結晶化することはない。これは、希ガス元素が上記処理温度の範囲においても再放出されず膜中に残存して、半導体膜の結晶化を阻害するためであると考えられる。

## 【0117】

ゲッターリング工程終了後、ゲッターリングサイト1107を選択的にエッチングして除去する。エッチングの方法としては、 $\text{ClF}_3$ によるプラズマを用いないドライエッチング、或いはヒドラジンや、テトラエチルアンモニウムハイドロオキサイド（化学式  $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）を含む水溶液などアルカリ溶液によるウェットエッチングで行うことができる。この時バリア層1106はエッチングストッパーとして機能する。また、バリア層1106はその後フッ酸により除去すれば良い。

## 【0118】

こうして図17（f）に示すように触媒元素の濃度が $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 以下にま

で低減された結晶質シリコン膜 1 1 0 8 を得ることができる。こうして形成された結晶質シリコン膜 1 1 0 8 は、触媒元素の作用により細い棒状又は細い扁平棒状結晶として形成され、その各々の結晶は巨視的に見ればある特定の方向性をもって成長している。

## 【 0 1 1 9 】

本実施形態は、実施形態、実施形態 1 ～ 5 に組み合わせて用いることができる。

## 【 0 1 2 0 】

## (実施形態 7)

本実施形態では、実施形態 1 ～ 実施形態 6 の作製工程を組み合わせて図 6 (B) に示した状態まで作製した発光パネルを発光装置として完成させる方法について図 9 を用いて詳細に説明する。

## 【 0 1 2 1 】

図 9 (A) は、素子基板を封止した発光パネルの上面図、図 9 (B) は図 9 (A) を A - A' で切断した断面図である。点線で示された 8 0 1 はソース側駆動回路、8 0 2 は画素部、8 0 3 はゲート側駆動回路である。また、8 0 4 は封止基板、8 0 5 はシール剤であり、シール剤 8 0 5 で囲まれた内側は、空間 8 0 7 になっている。

## 【 0 1 2 2 】

なお、ソース側駆動回路 8 0 1 及びゲート側駆動回路 8 0 3 に入力される信号を伝送するための配線 (図示せず) により、外部入力端子となる F P C (フレキシブルプリントサーキット) 8 0 9 からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここでは発光パネルに F P C が接続された状態を示しているが、F P C を介して I C (集積回路) が直接実装されたモジュールを本明細書中では、発光装置とよぶ。

## 【 0 1 2 3 】

次に、断面構造について図 9 (B) を用いて説明する。基板 8 1 0 の上方には画素部 8 0 2、ゲート側駆動回路 8 0 3 が形成されており、画素部 8 0 2 は電流制御用 T F T 8 1 1 とそのドレインに電氣的に接続された陽極 8 1 2 を含む複数

の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路 8 0 3 は n チャンネル型 T F T 8 1 3 と p チャンネル型 T F T 8 1 4 とを組み合わせた C M O S 回路を用いて形成される。

#### 【 0 1 2 4 】

また、陽極 8 1 2 の両端にバンク 8 1 5 が形成された後、陽極 8 1 2 上に絶縁膜 8 2 1、有機化合物層 8 1 6 および陰極 8 1 7 が形成され、発光素子 8 1 8 が形成される。

#### 【 0 1 2 5 】

なお、陰極 8 1 7 は全画素に共通の配線として機能し、接続配線 8 0 8 を経由して F P C 8 0 9 に電氣的に接続されている。

#### 【 0 1 2 6 】

なお、シール剤 8 0 5 によりガラスからなる封止基板 8 0 4 が貼り合わされている。なお、シール剤 8 0 5 としては紫外線硬化樹脂や熱硬化性樹脂を用いるのが好ましい。また、必要に応じて封止基板 8 0 4 と発光素子 8 1 8 との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。シール剤 8 0 5 の内側の空間 8 0 7 には窒素や希ガス等の不活性ガスが充填されている。また、シール剤 8 0 5 はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

#### 【 0 1 2 7 】

以上のような構造で発光素子を空間 8 0 7 に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から侵入する水分や酸素による発光素子の劣化を防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

#### 【 0 1 2 8 】

なお、本実施例における構成は、実施形態 1 ～実施形態 5 の構成を組み合わせで実施することが可能である。

#### 【 0 1 2 9 】

##### （実施形態 7）

ここで、本発明を用いて形成される発光装置の画素部のさらに詳細な上面構造を図 1 0 （A）に、回路図を図 1 0 （B）に示す。図 1 0 において、基板上に設

けられたスイッチング用TFT704は図6のスイッチング用（nチャネル型）TFT1002を用いて形成される。従って、構造の説明はスイッチング用（nチャネル型）TFT1002の説明を参照すれば良い。また、703で示される配線は、スイッチング用TFT704のゲート電極704a、704bを電氣的に接続するゲート配線である。

## 【0130】

なお、本実施形態ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

## 【0131】

また、スイッチング用TFT704のソースはソース配線715に接続され、ドレインはドレイン配線705に接続される。また、ドレイン配線705は電流制御用TFT706のゲート電極707に電氣的に接続される。なお、電流制御用TFT706は図6の電流制御用（pチャネル型）TFT1003を用いて形成される。従って、構造の説明は電流制御用（pチャネル型）TFT1003の説明を参照すれば良い。なお、本実施形態ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

## 【0132】

また、電流制御用TFT706のソースは電流供給線716に電氣的に接続され、ドレインはドレイン配線717に電氣的に接続される。また、ドレイン配線717は点線で示される陽極（画素電極）718に電氣的に接続される。

## 【0133】

このとき、719で示される領域には保持容量（コンデンサ）が形成される。コンデンサ719は、電流供給線716と電氣的に接続された半導体膜720、ゲート絶縁膜と同一層の絶縁膜（図示せず）及びゲート電極707との間で形成される。また、ゲート電極707、第1層間絶縁膜と同一の層（図示せず）及び電流供給線716で形成される容量も保持容量として用いることが可能である。

## 【0134】

なお、本実施形態の構成は、実施形態1～実施形態5の構成を組み合わせて実

施することが可能である。

【0135】

(実施形態8)

発光素子を用いた発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置に比べ、明るい場所での視認性に優れ、視野角が広い。従って、様々な電気器具の表示部に用いることができる。

【0136】

本発明により作製した発光装置を用いた電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンボ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置）などが挙げられる。特に、斜め方向から画面を見る機会が多い携帯情報端末は、視野角の広さが重要視されるため、発光素子を有する発光装置を用いることが好ましい。それら電気器具の具体例を図11に示す。

【0137】

図11（A）は表示装置であり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部2003に用いることができる。発光素子を有する発光装置は自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶表示装置よりも薄い表示部とすることができる。なお、表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0138】

図11（B）はデジタルスチルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2102に用いることができる。

## 【 0 1 3 9 】

図 1 1 (C) はノート型パーソナルコンピュータであり、本体 2 2 0 1、筐体 2 2 0 2、表示部 2 2 0 3、キーボード 2 2 0 4、外部接続ポート 2 2 0 5、ポインティングマウス 2 2 0 6 等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部 2 2 0 3 に用いることができる。

## 【 0 1 4 0 】

図 1 1 (D) はモバイルコンピュータであり、本体 2 3 0 1、表示部 2 3 0 2、スイッチ 2 3 0 3、操作キー 2 3 0 4、赤外線ポート 2 3 0 5 等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部 2 3 0 2 に用いることができる。

## 【 0 1 4 1 】

図 1 1 (E) は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的には D V D 再生装置）であり、本体 2 4 0 1、筐体 2 4 0 2、表示部 A 2 4 0 3、表示部 B 2 4 0 4、記録媒体（D V D 等）読み込み部 2 4 0 5、操作キー 2 4 0 6、スピーカ部 2 4 0 7 等を含む。表示部 A 2 4 0 3 は主として画像情報を表示し、表示部 B 2 4 0 4 は主として文字情報を表示するが、本発明により作製した発光装置はこれら表示部 A、B 2 4 0 3、2 4 0 4 に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

## 【 0 1 4 2 】

図 1 1 (F) はゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）であり、本体 2 5 0 1、表示部 2 5 0 2、アーム部 2 5 0 3 を含む。本発明により作製した発光装置は表示部 2 5 0 2 に用いることができる。

## 【 0 1 4 3 】

図 1 1 (G) はビデオカメラであり、本体 2 6 0 1、表示部 2 6 0 2、筐体 2 6 0 3、外部接続ポート 2 6 0 4、リモコン受信部 2 6 0 5、受像部 2 6 0 6、バッテリー 2 6 0 7、音声入力部 2 6 0 8、操作キー 2 6 0 9 等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部 2 6 0 2 に用いることができる。

## 【 0 1 4 4 】

ここで図 1 1 (H) は携帯電話であり、本体 2 7 0 1、筐体 2 7 0 2、表示部 2 7 0 3、音声入力部 2 7 0 4、音声出力部 2 7 0 5、操作キー 2 7 0 6、外部



接続ポート 2 7 0 7、アンテナ 2 7 0 8 等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部 2 7 0 3 に用いることができる。なお、表示部 2 7 0 3 は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

## 【 0 1 4 5 】

なお、将来的に有機材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

## 【 0 1 4 6 】

また、上記電気器具はインターネットや C A T V（ケーブルテレビ）などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機材料の応答速度は非常に高いため、発光装置は動画表示に好ましい。

## 【 0 1 4 7 】

また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが好ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが好ましい。

## 【 0 1 4 8 】

以上の様に、本発明を用いて作製された発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施形態の電気器具は実施形態 1 ～実施形態 6 に示した発光装置をその表示部に用いることができる。

## 【 0 1 4 9 】

## 【発明の効果】

本発明を用いることにより、陽極のクラックの発生を低減できるため、発光素子の劣化を抑えることができる。また、陽極の表面を平坦化することで、有機化合物層における電流密度を高めることができるため、駆動電圧を低減でき、発光素子の寿命を延ばすことができる。

【 0 1 5 0 】

また、T F T基板の作製工程と発光素子の作製工程との間に基板を移動させた場合にも、T F T基板をT F Tの特性を劣化させたり、破壊させたりすることなく移動することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 発光装置の作製方法の実施形態を示す図。
- 【図 2】 従来の発光装置の例を示す図。
- 【図 3】 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 4】 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 5】 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 6】 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 7】 発光装置の作製工程の実施形態を示す図。
- 【図 8】 発光装置の作製工程の実施形態を示す図。
- 【図 9】 発光装置の封止構造を示す図。
- 【図 1 0】 発光装置の画素部の構造を示す図。
- 【図 1 1】 電気器具の一例を示す図。
- 【図 1 2】 発光装置の作製工程の実施形態を示す図。
- 【図 1 3】 発光装置の作製工程の実施形態を示す図。
- 【図 1 4】 A F Mによる測定結果を示す図。
- 【図 1 5】 A F Mによる測定結果を示す図。
- 【図 1 6】 A F Mによる測定結果を示す図。
- 【図 1 7】 発光装置の作製工程の実施形態を示す図。

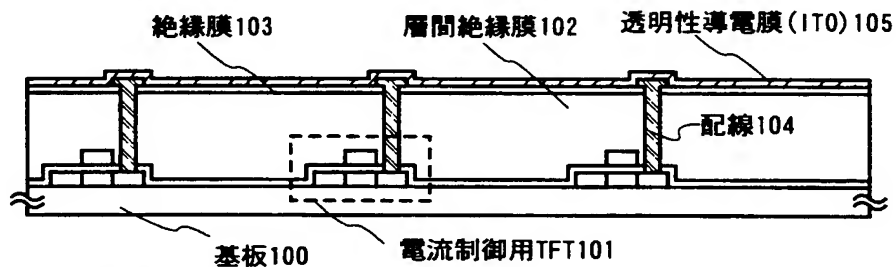
特 2 0 0 1 - 0 4 1 1 9 5

【書類名】

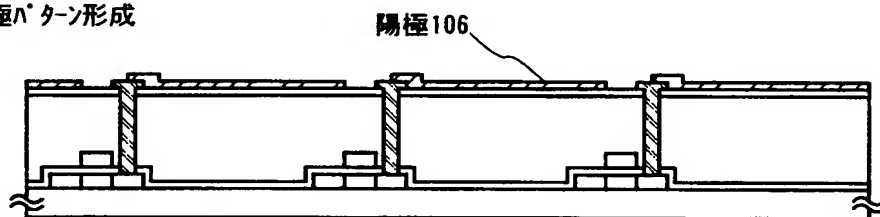
図面

【図 1】

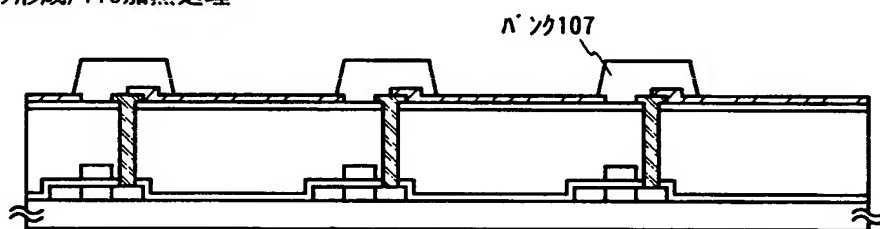
(A) TFT、層間絶縁膜、絶縁膜、配線、透明性導電膜形成



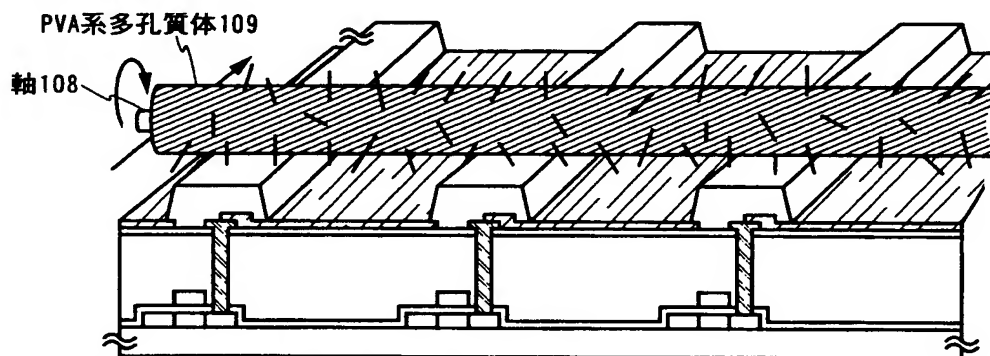
(B) 陽極 $\text{H}^+$ タン形成



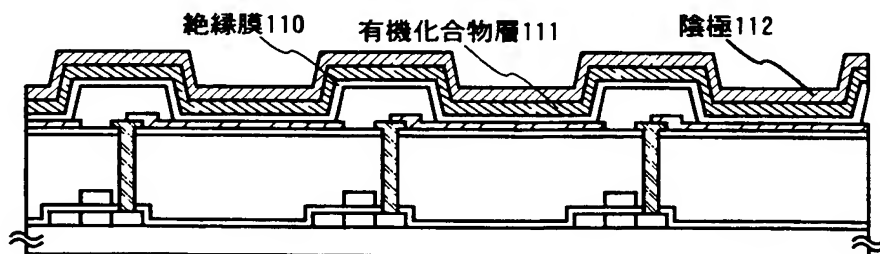
(C)  $\text{H}^+$ ン形成/ITO加熱処理



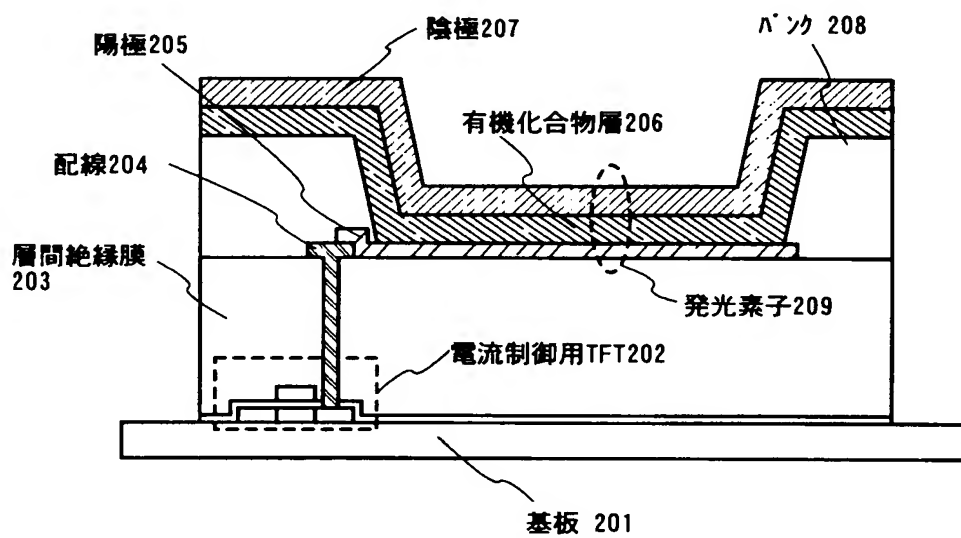
(D) 拭浄処理



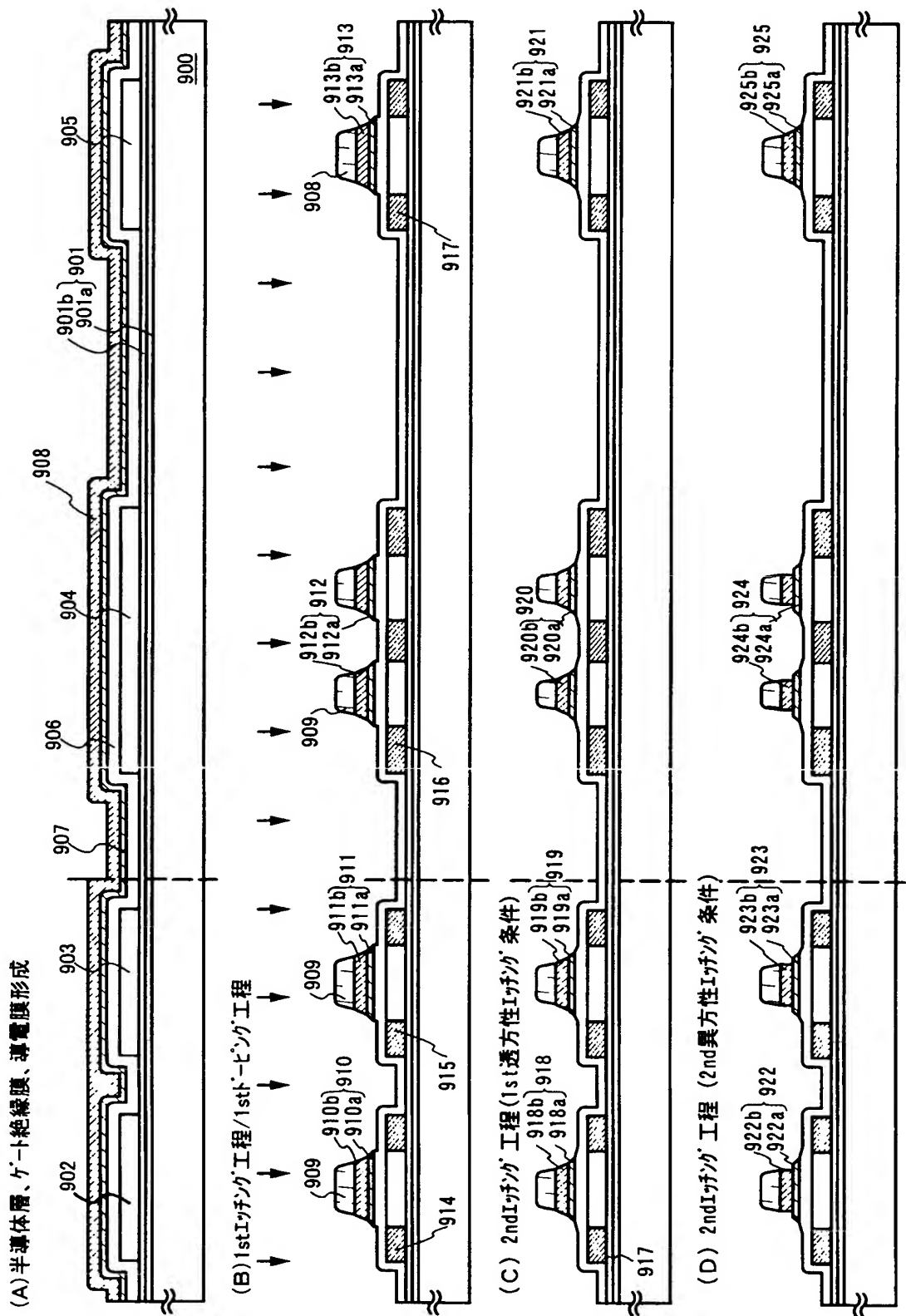
(E) 絶縁膜、有機化合物層、陰極形成



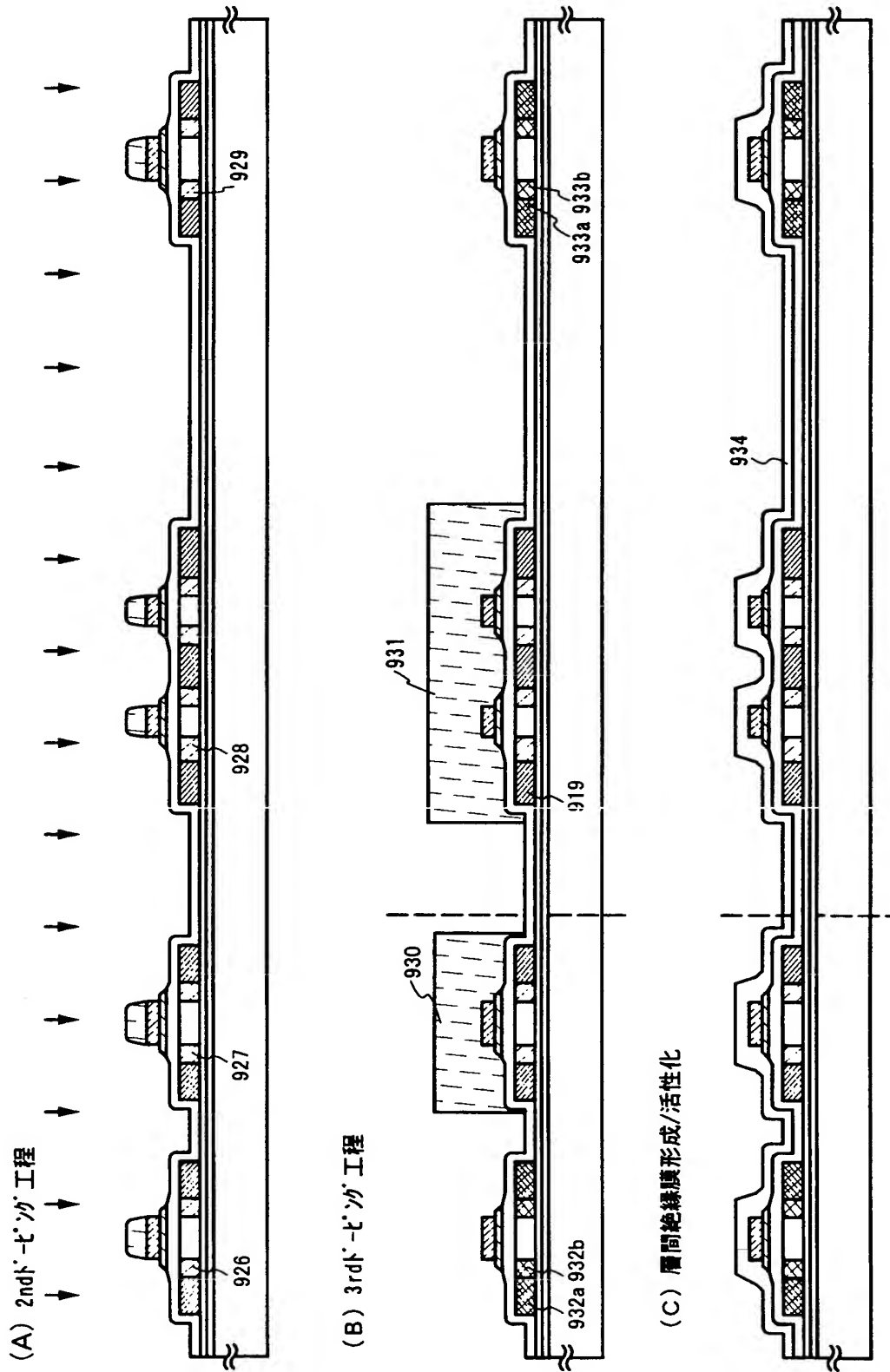
【図 2】



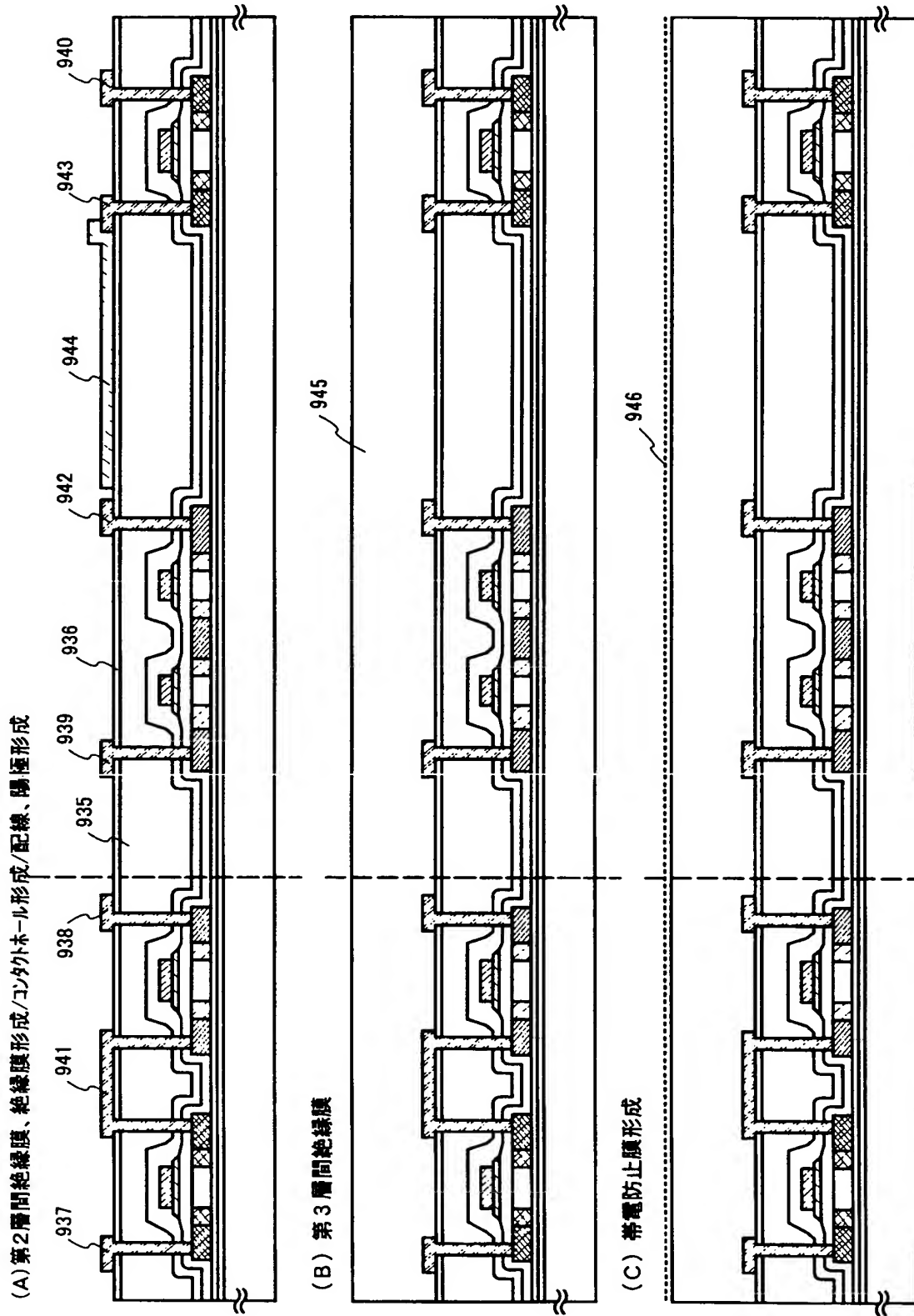
【図 3】



【図 4】

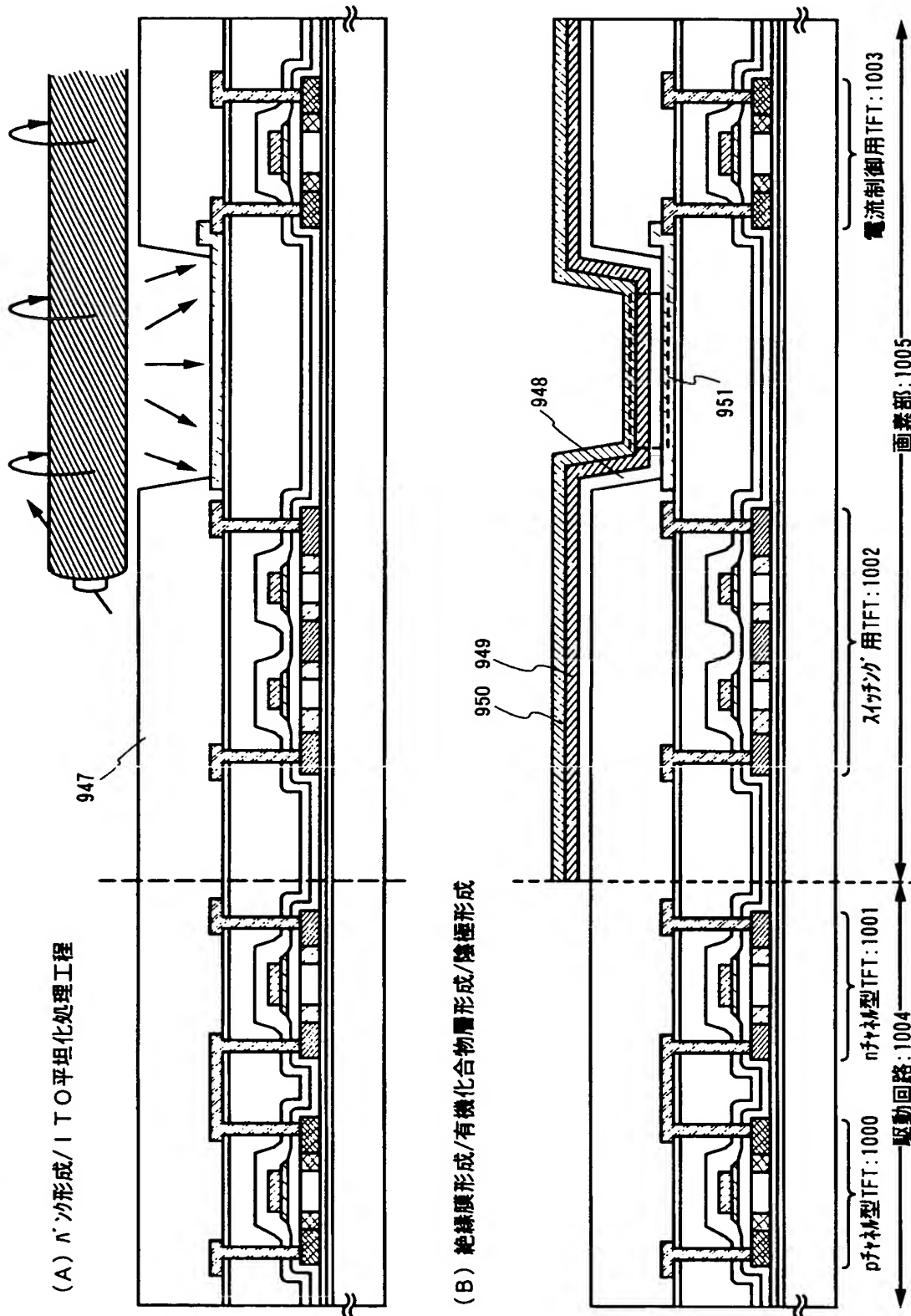


【図5】

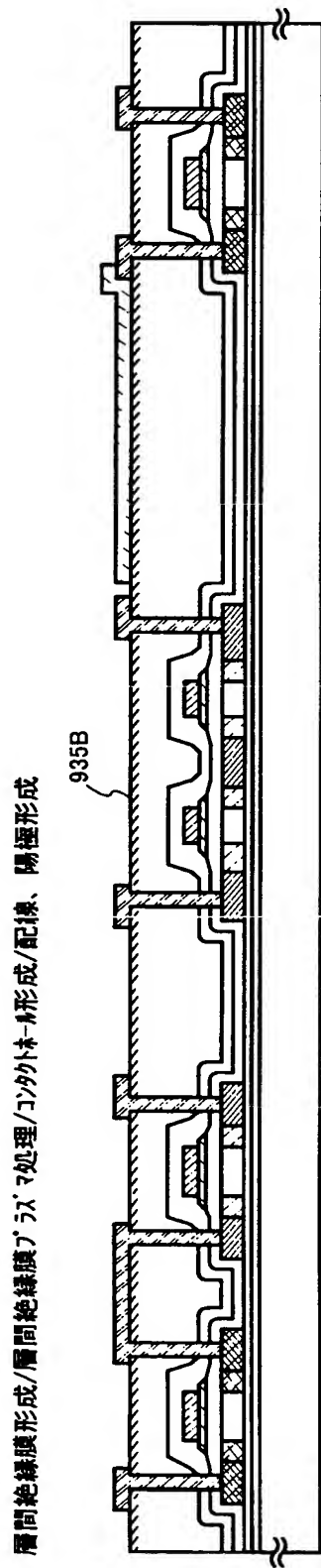




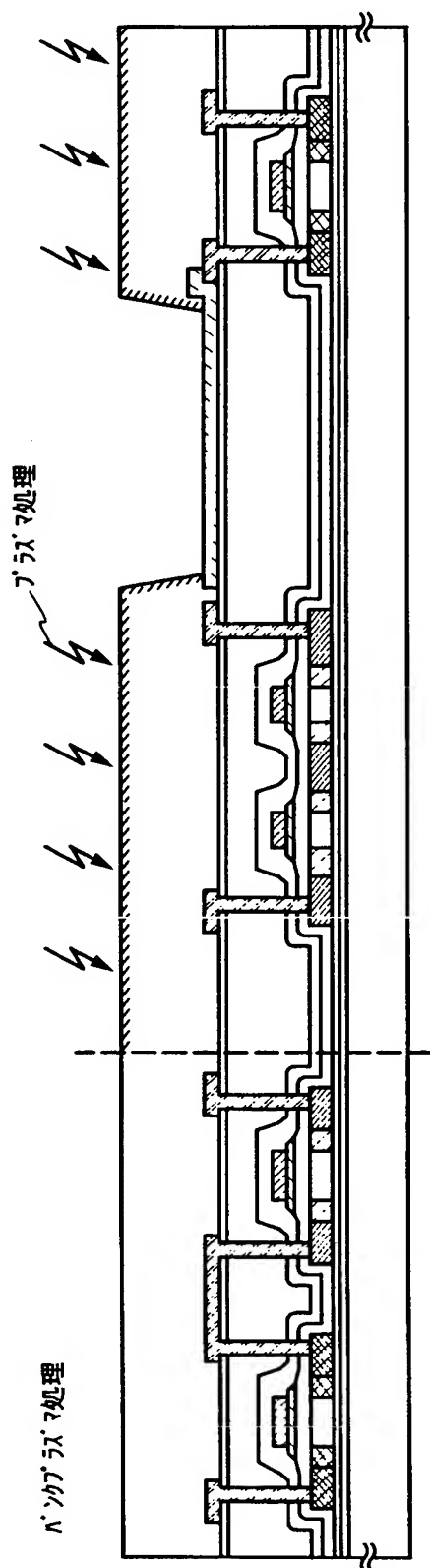
【図6】



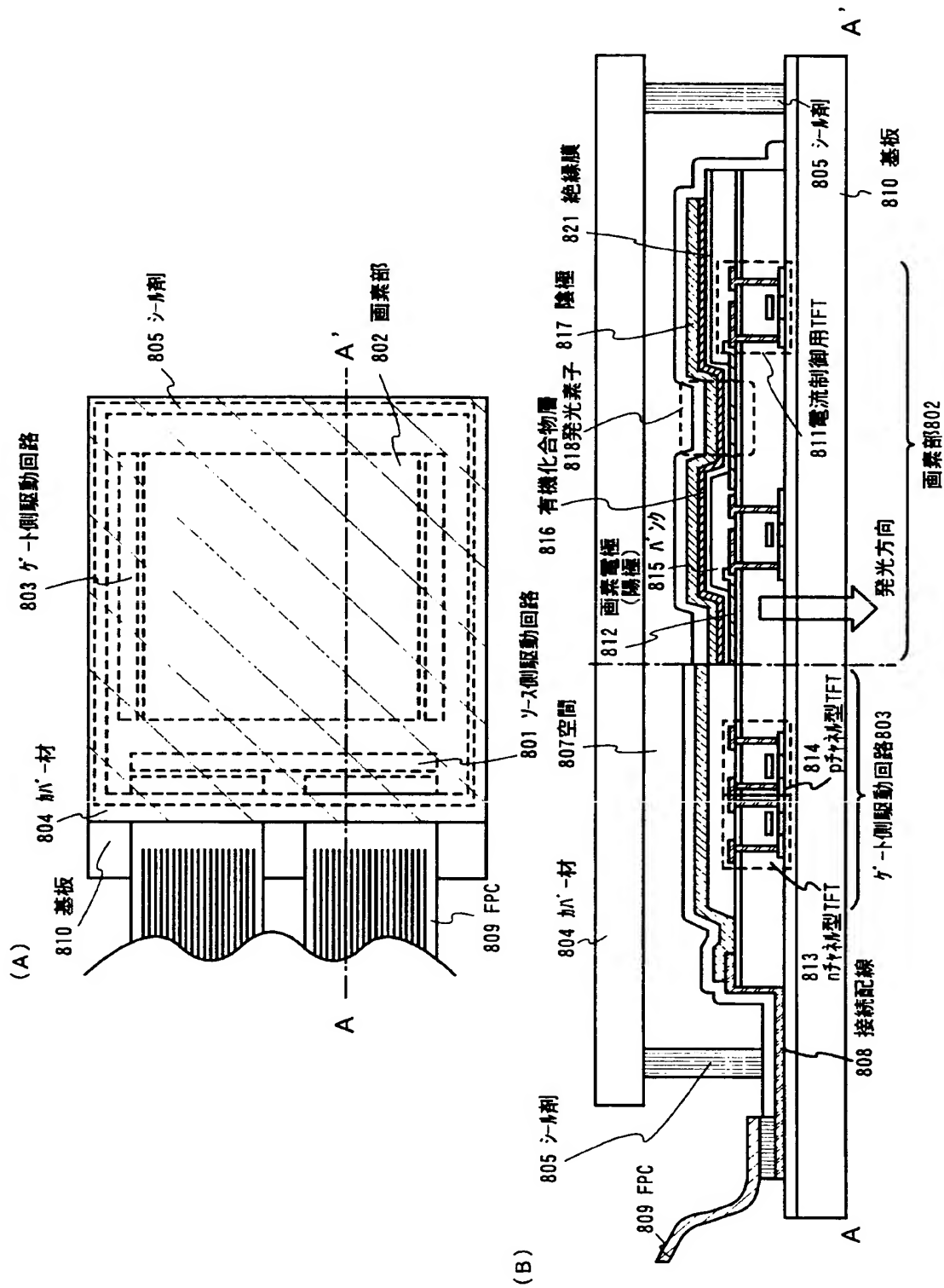
【図 7】



【図 8】

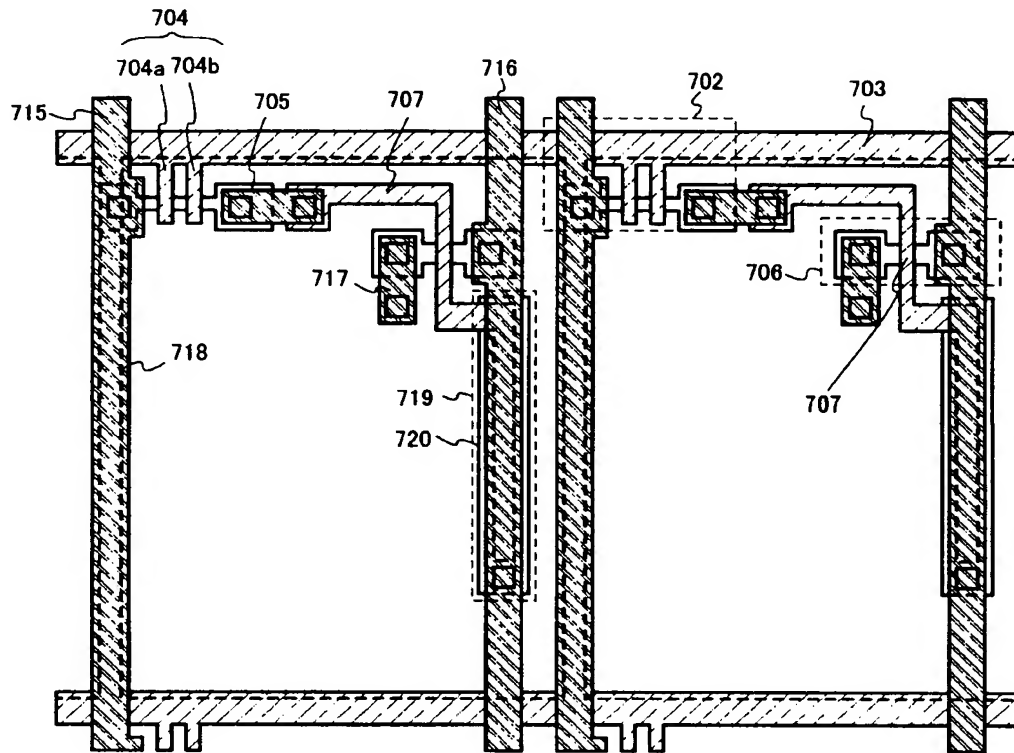


【図9】

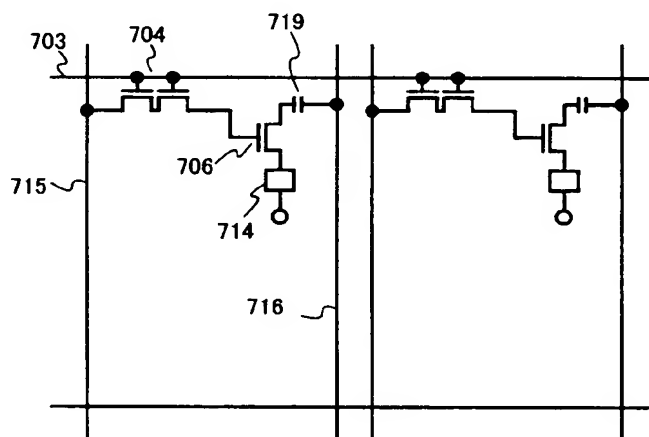


【図 10】

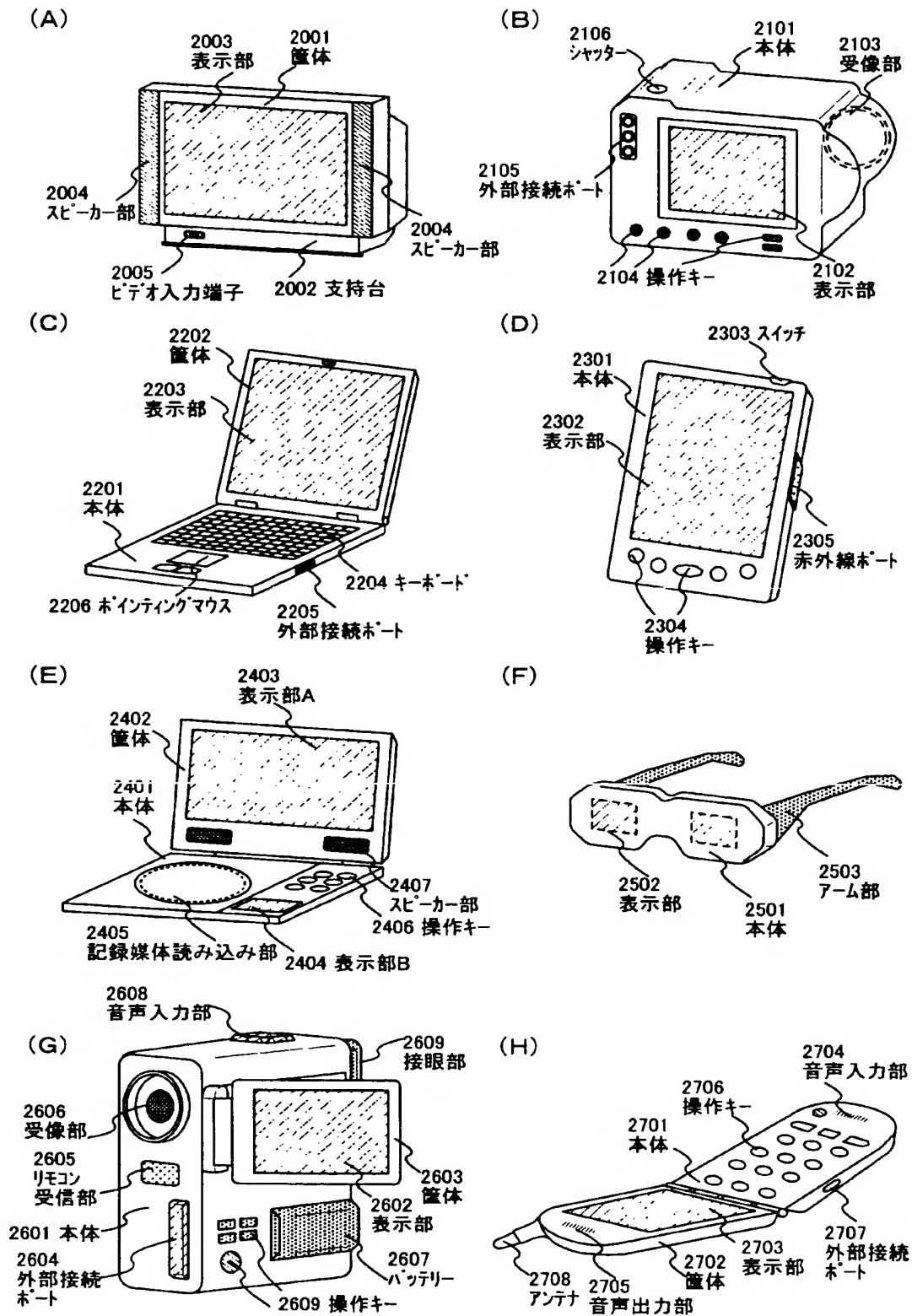
(A)



(B)

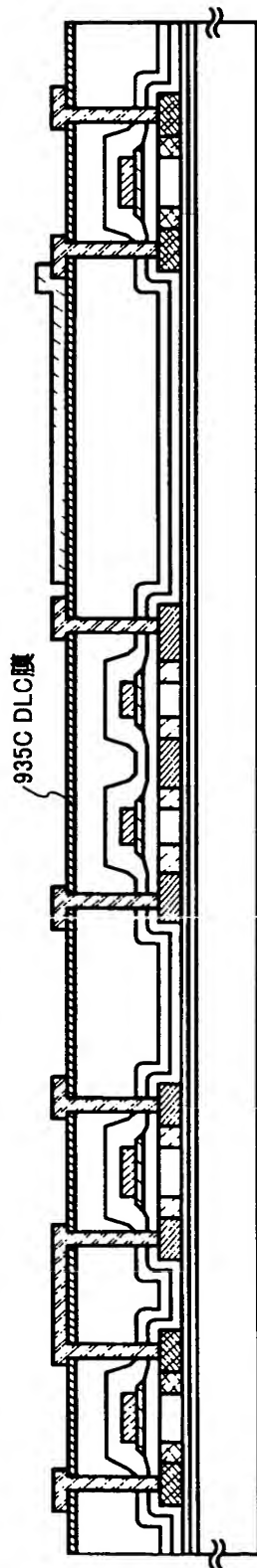


【図 11】



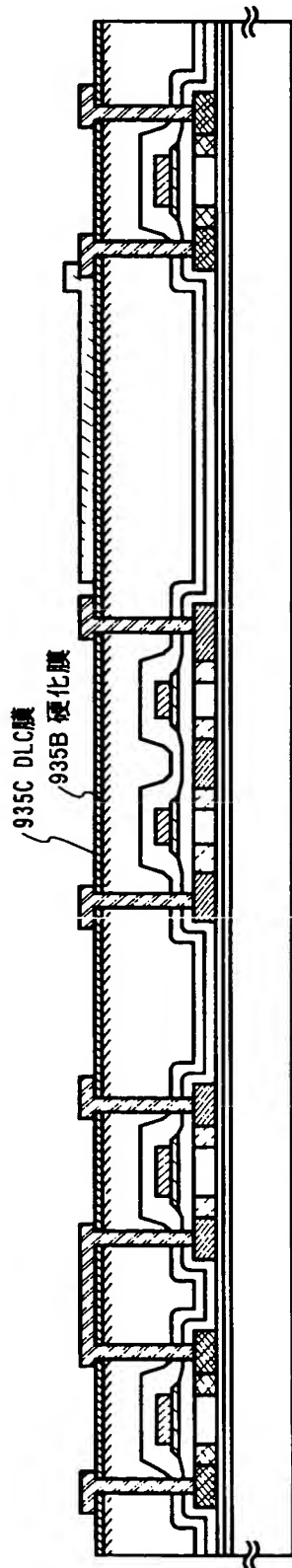
【図 1 2】

層間絶縁膜形成/DLC膜形成/コンタクト形成/配線、陽極形成



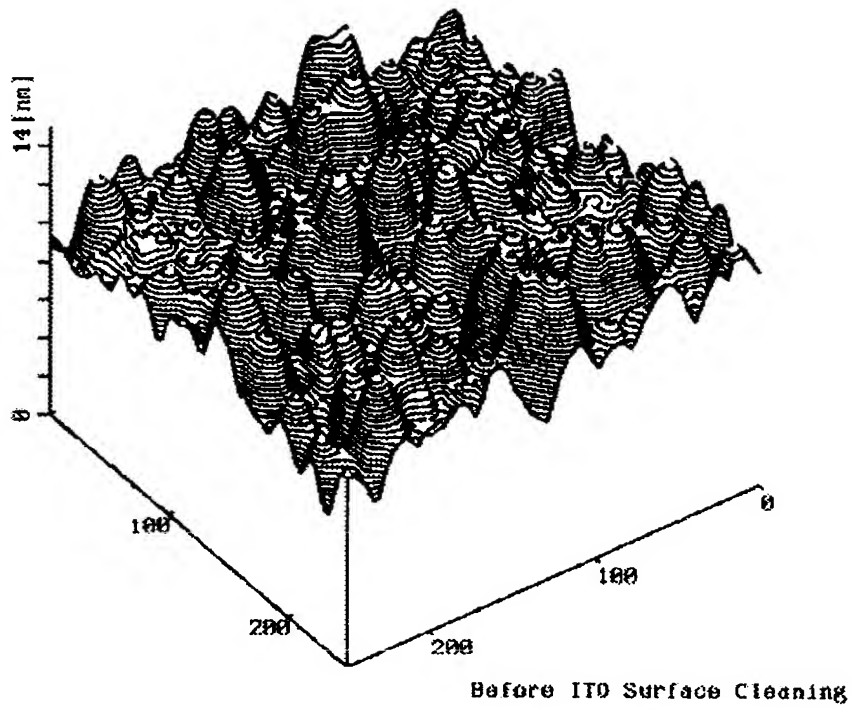
【図 1 3】

層間絶縁膜形成/層間絶縁膜ガラスマ処理/DLC膜形成/コンタクト形成/配線、陽極形成

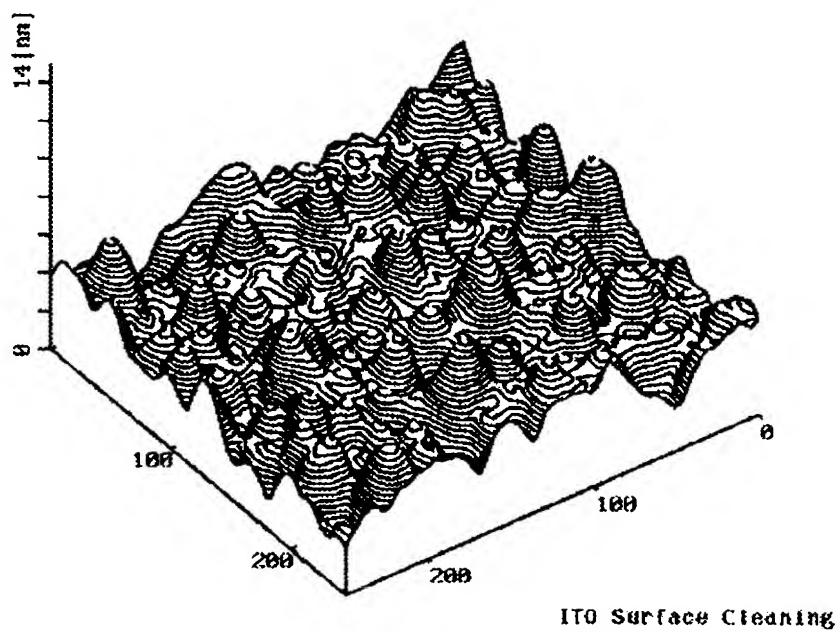




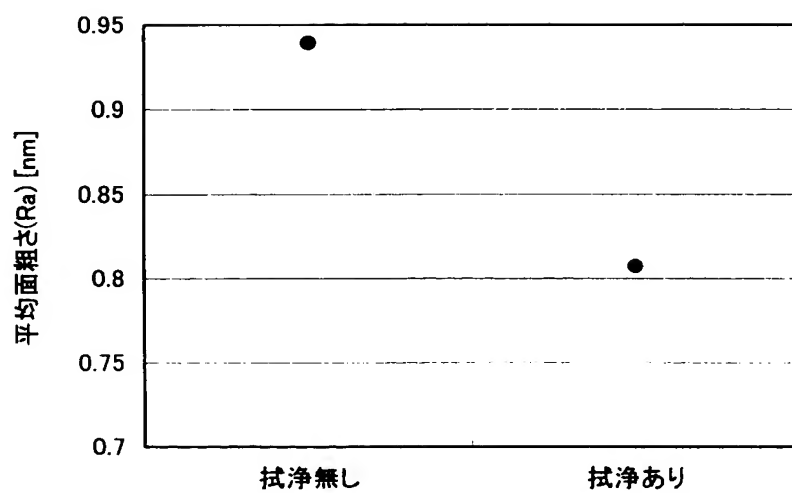
【図14】



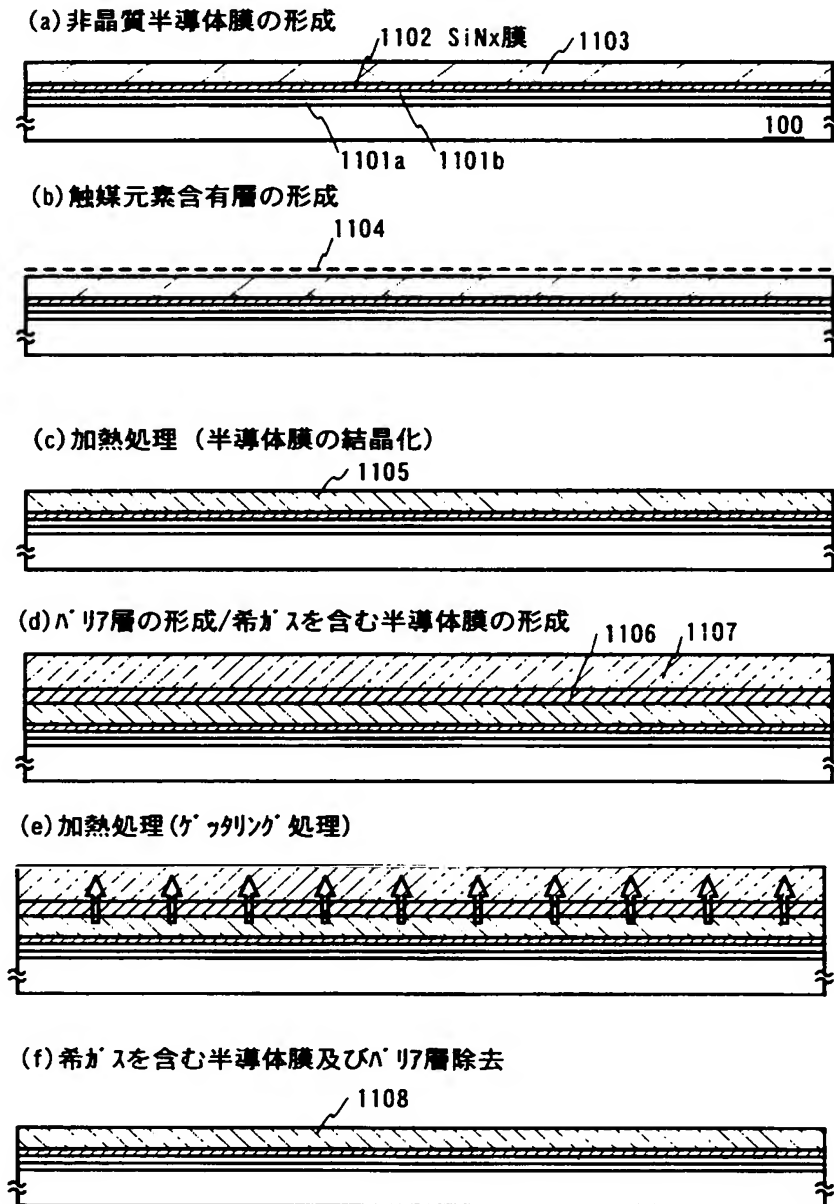
【図15】



【図16】



【図 1 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来より劣化しにくい構造の発光素子により上記した課題を解決した寿命の長い発光素子を作製し、高品質な発光装置を作製する方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 バンクを形成した後、露出した陽極表面をPVA（ポリビニルアルコール）系の多孔質体などを用いて拭い、平坦化およびゴミの除去を行う。また、TFT上の層間絶縁膜と陽極との間に、絶縁膜を形成する。もしくは、TFT上の層間絶縁膜表面をプラズマ処理することにより、表面を改質する。

【選択図面】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日	1990年 8月17日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県厚木市長谷398番地
氏 名	株式会社半導体エネルギー研究所